ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 JANVIER 1939.

PRÉSIDENCE DE M. AUGUSTE BÉHAL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie le décès de M. **Giuseppe Cesàro**, ancien professeur de Minéralogie à l'Université de Liége, ancien Président de l'Académie des Sciences de Belgique, Correspondant de l'Académie pour la Section de Minéralogie.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **Kyrille Popoff**, professeur de Mathématiques à l'Université de Sofia, qui assiste à la séance.

CYTOPHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Action du* pH *sur la coloration vitale des Levures*. Note de MM. **Alexandre Guilliermond** et **Roger Gautheret**.

On sait, par nos recherches antérieures, que les Levures cultivées dans des milieux additionnés d'un colorant vital (rouge neutre, bleu de crésyle, bleu de Nil) accumulent le colorant dans leurs vacuoles, puis, au bout d'un certain temps, l'excrètent dans le milieu, et que l'accumulation de ces colorants dans les vacuoles, en particulier le rouge neutre, ne se fait pas au-dessous d'un certain pH voisin de la neutralité. Il nous a paru nécessaire de préciser l'action du pH sur la coloration vitale des Levures.

Pour cette étude nous avons utilisé le *Saccharomyces cerevisiæ* cultivé sur du moût de bière gélosé dans des grandes boîtes métalliques (modèle de l'Institut Pasteur); au bout de 48 heures, on en prélevait une quantité

variable de Levure, selon le colorant étudié ([1]), et on l'ensemençait dans le liquide de Schoen tamponné par de l'asparagine et additionné de 5^{mg} du colorant, ajusté à des pH échelonnés de 0,4 en 0,4 et compris entre 3,6 et 10,2. On les y laissait pendant 20 minutes, puis on prélevait la suspension, que l'on centrifugeait; les cellules étaient examinées au microscope et l'on procédait à un dosage du colorant restant dans le liquide, au moyen du colorimètre à cellule photoélectrique de Meunier.

Pour le bleu de Nil, les expériences ont été faites avec 0^{g},15 pour 100 de Levures. La courbe représentée ici (*fig.* 1) montre que la concentration du

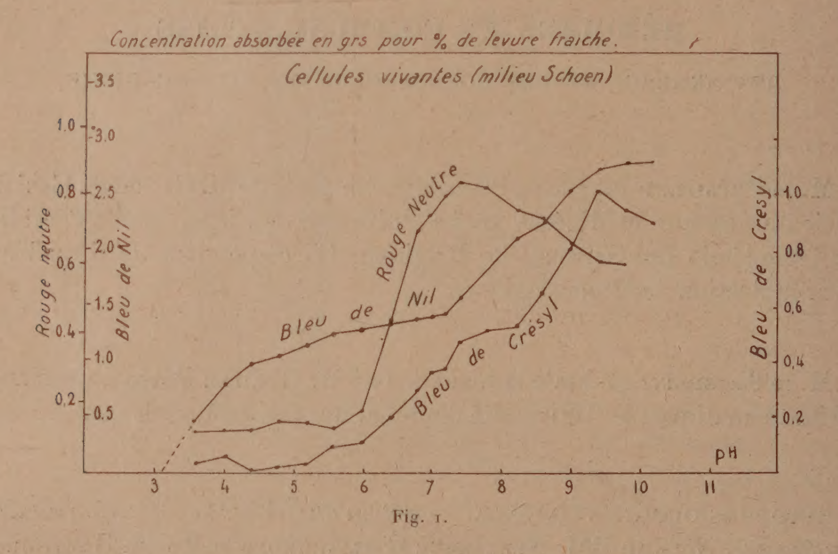


Fig. 1.

colorant absorbé augmente de pH 3,6 jusqu'à pH 9,8; là, il paraît y avoir un palier correspondant à une saturation. Ainsi, on ne constate pas de limite à la coloration qui s'opère même en milieu acide, ce que confirme l'examen des cellules. En milieu acide, c'est surtout la vacuole qui se colore, le cytoplasme ne fixant que légèrement le colorant; en milieu alcalin, au contraire, le colorant se fixe surtout sur le cytoplasme et la vacuole n'accumule que très peu le colorant. Le cytoplasme semble donc avoir une affinité pour le bleu de Nil variant en fonction du pH, mais ne demeurant jamais nulle

([1]) Les Levures absorbant plus de bleu de Nil que de rouge neutre et de bleu de crésyle, nous avons choisi des concentrations susceptibles de donner des courbes très caractéristiques.

dans les conditions de nos expériences, ce qui explique que la pénétration et la fixation du colorant dans les vacuoles s'effectuent même à un pH très bas. Nous n'avons pas étudié la courbe au-dessous de pH 3,6, mais elle doit descendre vers les pH plus acides, car, à pH 2, les cellules ne se colorent pas. La concentration maxima absorbée en présence de 5^{mg} pour 100 de bleu de Nil est de 4,45, ce qui fait une concentration du colorant dans la Levure de l'ordre de 3^{g} de bleu de Nil pour 100^{g} de Levure fraîche.

Avec le bleu de crésyle, les expériences, avec 0^{g},4 pour 100 de Levures, ont donné des résultats différents : il y a une limite nette entre pH 5,4 et pH 5,6, au-dessous de laquelle la Levure n'accumule pas sensiblement le colorant. La coloration commence au-dessus de pH 5,4 sans que l'on puisse encore la déceler par l'examen des cellules, mais seulement par le fait, qu'à ce moment, la Levure a déjà absorbé 0^{g},1 pour 100 de colorant. Ce n'est qu'à partir de pH 6,8 que les cellules montrent une coloration de leurs vacuoles. Au-dessus de pH 5,6, la concentration du bleu de crésyle absorbé croît rapidement; au delà de pH 9,0, la courbe redescend, mais d'autres expériences nous ont permis d'obtenir des fins de courbes en palier, en sorte que cette descente de la courbe figurée ici est due à la précipitation du colorant qui peut se produire à pH élevé. Jusqu'à pH 8,6, la vacuole seule est colorée; au delà le cytoplasme se colore, mais plus faiblement qu'avec le bleu de Nil. La quantité maximum de bleu de crésyle absorbée est de 4^{mg},1 pour 0^{g},4 de Levure, ce qui fait une concentration de 1^{g} de bleu de crésyle pour 100^{g} de Levure fraîche, concentration bien inférieure à celle que la Levure retient de bleu de Nil.

En ce qui concerne le rouge neutre, les résultats obtenus avec 0^{g},5 pour 100 de Levure indiquent qu'il y a également une limite nette vers pH 5,6 : entre pH 3,6 et pH 5,6 un peu de colorant est retenu à cause sans doute de la présence de cellules mortes. La coloration des vacuoles commence à pH 5,6, mais n'est appréciable au microscope qu'à partir de pH 6,0; de pH 6,0 à pH 6,8, la courbe s'élève rapidement jusqu'à un maximum à pH 7,4, puis elle descend, et cette descente qui s'est retrouvée dans toutes nos expériences ne peut être attribuée à une erreur expérimentale. La concentration maximum du rouge neutre absorbé est de 4^{mg},2, ce qui fait une concentration de rouge neutre absorbé de 0^{g},84 pour 100 de Levures fraîches.

Nous avons comparé ces résultats à ceux obtenus avec des cellules mortes (tuées par un traitement de 1 heure à 60°) et placées dans le même milieu additionné de 5^{mg} pour 100 du colorant. Pour le bleu de Nil, la courbe

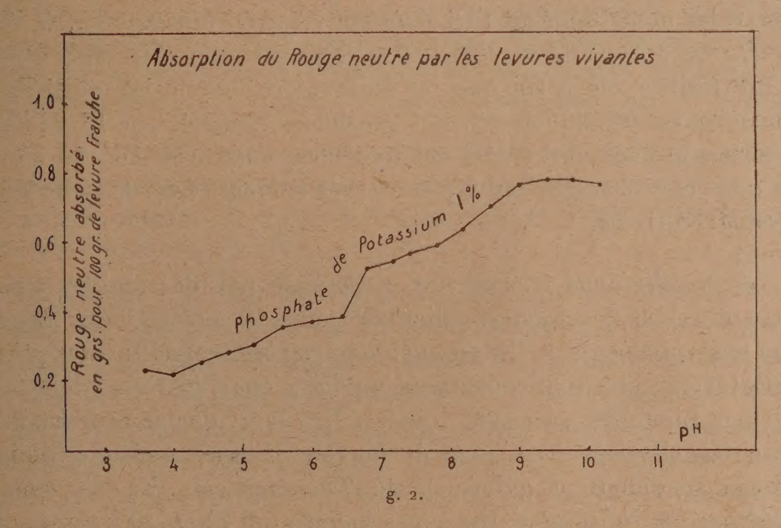
obtenue avec $0^g,16$ pour 100 de Levure morte est un peu plus régulière que celle obtenue avec la Levure vivante, à part une descente constatée à pH 10,0, attribuable à une précipitation du colorant. En somme, la courbe est voisine d'une droite et ne montre aucune limite aux pH dans lesquels nous avons opéré, c'est-à-dire à partir de 3,6. La concentration maximum de bleu de Nil absorbé est de $4^{mg},5$ pour 100 de Levure, soit $2^g,8$ pour 100 de Levure fraîche, donc inférieure à celle obtenue avec la Levure vivante.

Avec le bleu de crésyle et $0^g,16$ pour 100 de Levure, la courbe ne montre non plus aucune limite inférieure, dans les pH essayés; elle se rapproche d'une droite. La concentration maximum de colorant absorbé est de $4^{mg},2$ pour 0,16 de Levure, soit $2^g,6$ pour 100^g de Levure fraîche, concentration presque triple de celle obtenue pour les Levures vivantes. Enfin, avec $0^g,5$ pour 100 de Levure et $5^{mg},8$ pour 100 de rouge neutre, la courbe n'offre également pas de limite inférieure dans les conditions où nous avons opéré; celle-ci s'élève, puis passe par un maximum entre 6,0 et 6,8, pour diminuer ensuite et atteindre un minimum à pH 9,0, où le culot se montre presque incolore.

Un point reste difficile à interpréter, c'est la chute de la courbe obtenue constamment pour le rouge neutre aux pH alcalins et constatée aussi bien pour les cellules vivantes que pour les cellules mortes. En ce qui concerne les cellules vivantes, ce résultat nous a amenés à étudier l'accumulation du rouge neutre en fonction du temps. Les résultats obtenus et que nous publierons plus tard indiquent que l'accumulation du rouge neutre est plus rapide en milieu alcalin et l'excrétion plus lente aux pH acides qu'aux pH élevés, ce qui semble expliquer la partie descendante de la courbe obtenue au bout de 20 minutes, c'est-à-dire à un moment où l'excrétion est déjà commencée aux pH alcalins. Nous avons enfin, pour préciser la question, étudié l'accumulation et l'excrétion du rouge neutre dans un autre milieu (peptone 1 pour 100, glucose 1 pour 100) : dans celui-ci, la courbe a montré, après un maximum atteint à 7,8, une chute rapide et profonde à 10,2, beaucoup plus accusée que dans le liquide de Schoen et qui paraît attribuable à la formation aux pH élevés d'un complexe rouge-neutre-peptone. Enfin, en utilisant un milieu composé exclusivement de phosphate de potassium à 1 pour 100 additionné de 5^{mg} pour 100 de rouge neutre et où la levure ne se développe pas, nous avons obtenu une courbe débutant comme dans les cas précédents, entre pH 5 et pH 6, et aboutissant à un palier situé à pH 9; au delà, on ne constate aucune partie descendante (*fig.* 2); la courbe se rapproche d'une ligne droite et est tout à fait compa-

rable à celle obtenue pour le bleu de crésyle, mais ici il n'y a pas eu d'excrétion du colorant.

Ainsi nos recherches montrent que l'absorption, par les cellules vivantes, du rouge neutre et des bleus de crésyle et de Nil, croît à mesure que le pH s'élève : pour le rouge neutre et le bleu de crésyle, on constate



g. 2.

une limite inférieure de pH au-dessous de laquelle ces colorants ne sont pas absorbés; il n'en est pas de même pour le bleu de Nil dont la limite inférieure doit être placée au-dessous des pH que nous avons essayés, c'est-à-dire de 3,6, et cela s'explique, sans doute, par l'affinité spéciale que montre ce colorant pour le cytoplasme. Nos recherches établissent, en outre, que le bleu de crésyle et surtout le bleu de Nil peuvent se fixer sur le cytoplasme, tandis que le rouge neutre ne s'accumule que dans les vacuoles.

BOTANIQUE ET AGRONOMIE COLONIALE. — *Les espèces, variétés et hybrides de Cotonniers d'Amérique actuellement cultivés en Afrique tropicale et leur amélioration.* Note (¹) de M. AUGUSTE CHEVALIER.

L'apport des graines de Cotonniers d'Amérique en Afrique s'est fait par l'homme et les diverses espèces et variétés se sont répandues rapidement à travers toute l'Afrique noire, chaque sorte devenant subspontanée là où

(¹) Séance du 9 janvier 1939.

elle trouvait des conditions bioclimatiques favorables. Il en est résulté une répartition des espèces cultivées qui se confond plus ou moins avec les zones de végétation et de climat.

Les botanistes américains répartissent aujourd'hui les Cotonniers cultivés à 26 chromosomes, en trois séries spécifiques, auxquels ils ont conservé les noms linnéens : *G. religiosum* L., *G. hirsutum* L., *G. barbadense* L.; les formes de ces trois groupes s'hybrident entre elles avec une extrême facilité, de sorte que les Cotonniers américains cultivés sont rarement purs spécifiquement. Les spécimens nommés par Linné étaient eux-mêmes probablement déjà des hybrides, aussi c'est conventionnellement que ces trois noms ont été conservés comme types des trois espèces linnéennes cultivées.

I. Le *G. religiosum* L. type est caractérisé par des feuilles trilobées glabres ou velues, les bractées caliculaires plus au moins lobées, les pétales jaunes ou rubescents à l'extérieur, dépourvus de taches pourpres sur l'onglet; les graines sont couvertes d'un duvet épais grisâtre; dans le type décrit par Linné les soies sont rousses. Des individus se rapportant à ce type se rencontraient il y a 30 ou 40 ans çà et là dans les champs indigènes des zones soudanaise et guinéenne de l'Ouest africain. La soie rousse est utilisée par les Noirs pour tisser des bandes qui n'ont pas besoin d'être teintes. Une forme voisine qui se rattache au même groupe spécifique est *G. punctatum* Schum. et Thonn. décrit en 1827 d'après des spécimens de la Gold-Coast, encore répandu dans tout l'Ouest et le Centre africain, depuis le Sénégal jusqu'au Chari et de la Guinée française à la Nigéria. Il a des soies blanches très adhérentes et courtes et un duvet grisâtre. C'est le *Ndar-go* des Wolofs (*Ndar* est le nom indigène de l'île Saint-Louis au Sénégal, ce qui semble indiquer que l'introduction en Afrique Occidentale s'est faite par ce point). C'est le Cotonnier dit indigène de toute la zone soudanaise. Il pénètre aussi dans le Sahel et dans les oasis du Sahara. Très résistant à la sécheresse et aux maladies cryptogamiques, il vit plusieurs années et devient un arbuste subspontané dans les jachères et autour des villages noirs. Une variété extrêmement xérophile de ce *G. punctatum* est le *G. purpurascens* Poir. var. *deserticum* Roberty qui se rencontre au Soudan français sur les confins du Sahara.

Une deuxième forme est le *G. purpurascens* Poiret typifié par un spécimen d'origine incertaine que Desfontaines cultivait dans les serres du Muséum de Paris vers 1810, remarquable par ses feuilles plus ou moins pourpres, trilobées et velues. On la retrouve

en divers points de l'Amérique tropicale et en Afrique chaude. Elle a les rameaux souvent décombants et les graines nues. C'est à la même forme que se rapporte le *G. prostratum* Schum. et Thonn. décrit de spécimens de la Gold-Coast, non rare en mélange avec *G. punctatum*, mais très exceptionnellement à feuilles colorées. Enfin une troisième forme du même groupe très modifiée est *G. peruvianum* Cav., connue sous le nom de *Pérou*, remarquable par ses feuilles profondément lobées et le duvet vert qui recouvre les graines. C'est une plante hygrophile améliorée par la culture, produisant ordinairement d'assez grosses capsules et des soies longues et blanches. Originaire des parties chaudes de l'Amérique mériodionale, cette race a fait depuis longtemps son apparition en Afrique Occidentale, dans les contrées où l'on recrutait des esclaves pour l'Amérique. Dans la période 1900-1920 c'était une des formes les plus cultivées de la Basse-Côte d'Ivoire et dans le Bas et Moyen Dahomey. Dans ce pays, elle donne des soies dont la longueur varie entre 25 et 30^{mm}. Une forme voisine, mais qui a des caractères à la fois de *G. peruvianum* et de *G. barbadense* fournit une grande partie des cotons d'Égypte.

II. Le deuxième groupe spécifique a pour type le *G. barbadense* L., originaire des parties basses de l'Amérique centrale et des Antilles, subspontané dans toute l'Amérique tropicale, remarquable par ses graines noires sans duvet, ses feuilles glabrescentes à 3-5 lobes profonds. C'est le *Sea-Island*, ordinairement à longues soies, cultivé depuis longtemps comme plante vivace dans les îles avoisinant la Géorgie et la Caroline. Il a été introduit en Egypte. Hybridé, il est en partie supplanté par des races qui se rattachent davantage à *G. peruvianum*. On le cultive actuellement en grand dans le Soudan Anglo-Égyptien (province de Gésirah); introduit depuis une vingtaine d'années au Soudan français (variété *Sakellaridis*), il a donné d'excellents résultats en culture irriguée au nord du 16° de lat. N à El-Oualadji (Vitalis) et à Diré. Peut-être réussira-t-il dans les environs de Sokolo, point vers lequel se dirige le canal du Sahel de l'Office du Niger. Sous le 14° de latitude, et plus au Sud (à Ségou, notamment), le climat lui est défavorable.

III. Le troisième groupe de Cotonniers américains d'où dérivent une partie des Cotonniers cultivés en Afrique tropicale est *Gossypium hirsutum* L. dont la première origine était la Caroline. Ces Cotonniers, dénommés aujourd'hui *Upland*, dérivent d'une forme sauvage inconnue, originaire des contrées arides du sud des États-Unis et qui devait se rapprocher beaucoup de *G. Hopii* Lewton, cultivé encore actuellement par les Indiens du Texas et de l'Arizona. Au cours de plusieurs siècles de culture intensive, il s'est croisé avec d'autres formes américaines : *G. purpurascens* Poir., *G. peruvianum* Cav. et probablement *G. vitifolium* Lamk. Il en est résulté les

innombrables variétés de *Upland* sélectionnées aux États-Unis; les plus perfectionnées se rattachent au groupe *G. mexicanum* Tod. Il n'est pas douteux que ces variétés sont faites pour les pays sub-tempérés. Comme l'indique S. C. Harland « l'*Upland* américain, au cours de son évolution, a été profondément modifié dans sa génétique et a acquis un ensemble de gènes qui le rendent apte à s'adapter aux conditions climatiques des États-Unis du Sud, mais qui militent pour son inadaptabilité à l'Afrique tropicale s'il n'est pas modifié par des croisements avec des formes tropicales déjà adaptées au climat chaud africain ». C'est ce qui explique que les *Upland* ont mis tant de temps à s'adapter à l'Afrique noire. Malgré des essais depuis longtemps répétés, on ne trouve nulle part sur ce continent de formes de *G. hirsutum* revenues à l'état demi-sauvage et persistant. C'est seulement depuis une vingtaine d'années que l'on a pu implanter en diverses régions tropicales des *Upland* qui, grâce à des soins constants, paraissent maintenir leurs caractères, mais résistent mal aux maladies : c'est le *Nyasaland Upland* du Nyassa et de l'Ouganda, le *Triumph* du Congo belge et de l'Ouganda, l'*Allen long staple* de Nigéria, que l'on a introduits depuis une quinzaine d'années au Soudan français et qui s'y maintiennent, mais sont très susceptibles aux maladies. Il est certain que de telles variétés ne peuvent subsister sous un climat qui n'est pas le leur qu'avec des soins constants, des sols artificiels fumés, la lutte sans trêve contre les maladies et les insectes nuisibles, une sélection permanente.

S. C. Harland et J.-B. Hutchinson pensent, et nous sommes de leur avis, qu'en croisant les *Upland* modernes, introduits récemment en Afrique, avec des formes tropicales acclimatées et demi-sauvages, depuis longtemps dans l'Ouest africain, *G. purpurascens*, *G. peruvianum* et le vulgaire *G. punctatum*, on aurait la possibilité d'obtenir en F^2, F^3, quelques combinaisons génétiques avantageuses pour le cultivateur et mieux adaptées aux conditions écologiques des diverses zones de l'Ouest africain. Il s'est du reste produit spontanément de telles combinaisons. On commence à cultiver dans la région nigérienne du Soudan français une variété nommée *N'Kourala* qui serait le résultat d'un croisement spontané entre le *G. hirsutum* L. introduit et le *G. punctatum* indigène. Cette nouvelle variété donne de belles fibres semblables à celles des bons *Upland*. Elle est bien adaptée et supérieure à l'*Allen*, mais il faut en poursuivre la sélection.

G. Roberty pense que le *G. punctatum* Schum. et Thonn. serait une forme de régression de *G. hirsutum* L. pour l'Afrique tropicale, et il cite l'exemple de variétés cultivées originaires des États-Unis qui n'auraient guère demandé plus de 3 ans pour se transformer « en *punctatum* typique, à fleurs jaunes marquées de rouge à la base et à tiges velues ». Or il y a 40 ans, avant l'introduction de *G. hirsutum*, on ne rencontrait au Soudan que des *punctatum* sans taches rouges sur les pétales et à duvet gris et non vert sur les graines. On confond donc aujourd'hui au Soudan sous le nom de *punctatum*

deux formes très différentes, la vieille forme africaine et la nouvelle : *G. hirsutum* forme *punctatum* Roberty qui seul est un récessif de *G. hirsutum*, poussant dans les champs abandonnés à eux-mêmes, loin de tout contrôle européen et sans valeur agronomique.

Les faits que nous venons de citer montrent combien sont grandes les difficultés qu'il faut surmonter pour faire produire à nos colonies d'Afrique tropicale une partie du coton nécessaire à notre industrie nationale. Seule une organisation scientifique stable et permanente pourra, comme nous le montrerons dans une prochaine Note, fournir à nos services agricoles coloniaux des solutions possibles.

PARASITOLOGIE. — *Capture de larves infectieuses de Nématodes pathogènes par des champignons prédateurs du sol.* Note de MM. **Émile Roubaud** et **Robert Deschiens**.

Certains champignons microscopiques du sol, des genres *Dactylaria*, *Dactylella*, *Arthrobotrys*, *Stylopaga* forment, en présence de différentes espèces de Nématodes libres, appartenant en particulier à la famille des *Rhabditidæ* et vivant à la surface de la terre où des terreaux, des organes de capture, garrots ou gluaux susceptibles de s'emparer de ces Nématodes et de les digérer.

Ces champignons prédateurs ont été particulièrement étudiés par W. Zopf ([1]), E. Maupas ([2]), Ch. Dreschler ([3]), T. Goodey ([4]), J. Comandon et P. de Fonbrune ([5]).

J. Comandon et P. de Fonbrune, utilisant le micromanipulateur pneumatique de Fonbrune, une technique de microculture dans une chambre à huile de paraffine et l'enregistrement cinématographique des phénomènes étudiés, ont pu admirablement préciser ou établir pour cinq espèces de champignons, *Dactylaria brochopaga*, *Dactylella bembicodes*, *Dactylella ellipsospora* Grove, *Arthrobotrys oligospora* Fresenius 1850, *Stylopaga hadra* Drechsler 1937, les conditions de formation et de fonctionnement des organes de capture, la capture de Rhabditidés libres, la digestion des

---

([1]) *Nova Acta Leop. Carol. Acad. Naturf.*, 52, 1888, p. 314.
([2]) *Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique du Nord*, 6, 1915, p. 200.
([3]) *Mycologia*, 29, 1937, p. 447.
([4]) *J. Helminthol.*, 16, 1938, p. 159.
([5]) *C. R. Soc. Biol.*, 129, 1938, p. 619, 620, 623.

proies capturées et les réactions cinétiques du protoplasme mycélien, au cours de ces différentes circonstances.

Disposant de souches d'*Arthrobotrys oligospora* et de *Dactylella bembicodes* qui nous ont été aimablement remises par M. Comandon, nous avons recherché si ces champignons étaient également susceptibles de capter les larves infectieuses de certains Nématodes, agents d'infections redoutables telles que la strongyloïdose et l'ankylostomose, pendant la période de vie libre où ces larves se rencontrent dans les boues et les débris fécaux.

Dans ce but nous avons utilisé un Nématode de la famille des *Rhabditidæ*, *Strongyloïdes fülleborni* (Linstow 1905), parasite de l'intestin du Chimpanzé (*Anthropopithecus troglodytes*) et un Nématode de la famille des *Ancylostomidæ*, *Ancylostoma duodenale* (Dubini 1843), le parasite bien connu de l'intestin de l'homme. Des coprocultures de selles contenant des œufs de ces Nématodes et prélevées, l'une à la singerie de l'Institut Pasteur, l'autre à l'Hôpital Saint-Antoine à Paris, nous ont fourni une récolte de larves assez abondante pour nous permettre de mener à bien nos expériences.

Les milieux d'épreuve dont nous nous sommes servis étaient constitués par des plaques de gélose stérile en boîtes de Petri (gélose, 15^g; extrait de malt, traces; mouture d'avoine, 3^g; eau, 100^g) à la surface desquelles le champignon prédateur était ensemencé. En raison de la sensibilité des larves à la dessiccation et de la difficulté relative de pénétration de la gélose par celles-ci, nous avons ménagé dans l'épaisseur de la gélose de petites logettes de 1^{cm^2} de surface, entretenues avec de l'eau distillée stérile dans un état d'humidité constante, afin d'offrir un refuge éventuel aux Nématodes. Lorsque les plaques de gélose étaient recouvertes pour leurs 3/4 environ par les cultures du champignon, les larves récoltées ont été déposées dans les logettes humides.

Dans ces conditions des larves rhabditoïdes, des adultes de la forme stercorale et des larves strongyloïdes de *S. fülleborni*, déposés dans les logettes d'une culture sur gélose d'*Arthrobotrys oligospora*, ont provoqué, en 24 à 48 heures, l'apparition de dispositifs de capture en arceaux entrelacés et anastomosés du type *gluau*, exactement semblables à ceux qui se forment dans la nature. Les pièges, nombreux dans les logettes humides, étaient très rares dans la masse de la gélose. Les larves ou les adultes qui s'engagent dans les pièges y adhèrent, y restent fixés et sont envahis par le mycélium qui les digère.

Des larves rhabditoïdes, des adultes de la forme stercorale et des larves

strongyloïdes de *S. fülleborni* mis en présence de cultures sur gélose de *Dactylella bembicodes* provoquent de même l'apparition de nombreux pièges en *garrots*, constitués par un anneau de 16^{μ} de diamètre intérieur environ, composé de 3 cellules et relié au mycélium par un court pédicelle. Ces dispositifs de capture se forment en grand nombre dans les logettes humides et sont rares dans la masse de la gélose; les adultes et les larves qui s'y engagent sont capturés par étranglement, du fait de la dilatation brusque des cellules de l'anneau. Les Nématodes capturés sont envahis par le mycélium et digérés.

Des larves rhabditoïdes et strongyloïdes d'*Ancylostoma duodenale* mises en présence de cultures d'*Arthrobotrys oligospora* et de *Dactylella bembicodes*, dans les conditions relatées ci-dessus, déterminent, en 36 à 48 heures, l'apparition de pièges, en grand nombre dans les logettes humides, rares dans la masse de la gélose. Les larves engagées dans les arceaux ou les anneaux capteurs du mycélium de ces deux champignons meurent au bout de quelques heures et sont digérées.

Il convient de remarquer que ces captures se réalisent malgré l'activité et les grandes dimensions des larves strongyloïdes, dont la taille varie de $300^{\mu} \times 14^{\mu}$ à $560^{\mu} \times 24^{\mu}$, alors que le mycélium du champignon mesure de 3 à 6^{μ} de diamètre. La rupture du mycélium sous l'effet de la traction des Nématodes capturés est exceptionnelle : elle peut cependant être notée, mais les parasites ne se dégagent pas de l'anneau ou du réseau de capture et finissent par mourir, digérés par le champignon.

L'ensemble de ces constatations, en dehors de leur intérêt biologique, pose la question de savoir si la destruction, au moins partielle, des larves infectieuses d'Ankylostomes et de Strongyloïdes ne pourrait être envisagée dans les lieux infectés par celles-ci, tels que les galeries de mines et les boues fécales, par l'ensemencement des surfaces souillées avec des cultures de champignons prédateurs appropriés. On pourrait ainsi concevoir une méthode biologique anti-larvaire, auxiliaire des moyens prophylactiques dont nous disposons présentement contre l'ankylostomiase et l'anguillulose.

M. **Jean-Louis Faure** fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage de M. Léon Delhoume, *De Claude Bernard à d'Arsonval*, dont il a écrit la *Préface*.

M. Guido Castelnuovo fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage intitulé *Le origini del Calcolo infinitesimale nell' èra moderna*.

NOMINATIONS.

M. Jules Rouch, capitaine de vaisseau, est délégué au *Sixième Pacific Science Congress* qui se tiendra à San-Francisco, en juillet-août 1939.

ÉLECTIONS.

M. Costantino Gorini est élu Correspondant pour la Section d'Économie rurale en remplacement de M. *L. Ravaz* décédé.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Trois publications de *La Chimie mathématique*, Centre de Recherche fondé par Th. De Donder :

— Th. De Donder. *Théorie nouvelle de la Mécanique statistique*;

— Georgette Schouls. *Applications de la Mécanique statistique générale*;

— Jules Géhéniau. *Mécanique ondulatoire de l'électron et du photon*.

2° R. Dujarric de la Rivière et Roger Heim. *Les champignons toxiques*, caractères et détermination, toxines, intoxications, thérapeutique. *Aquarelles de* A. Bessin.

3° Fernand Prothais. *Matière ou spiritualisme*.

M. André Lenoble adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à ses travaux.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur certains mouvements aléatoires.* Note [1] de M. **Wolfgang Dœblin**, présentée par M. Jacques Hadamard.

Nous conservons les notations de notre Note précédente [2]. Mais nous allons nous restreindre au cas particulier de Smoluchovsky où $F(x, y; s, t) = G(x, y; t-s)$, donc $a(x, s) = a(x)$, $\sigma(x, s) = \sigma(x)$. Nous nous proposons d'étudier l'allure du mouvement dans différents cas; par exemple : 1° lorsque a et σ (c'est-à-dire la vitesse du déplacement non aléatoire et l'amplitude du mouvement gaussien) s'annulent toutes les deux en un point O, le mouvement de M tend à se ralentir dans le voisinage de O, alors se pose la question de savoir si le point mobile peut atteindre l'origine, s'il tend à séjourner indéfiniment dans le voisinage de O, etc.; 2° lorsqu'il y a un courant non aléatoire très fort tendant à amener le point mobile M à l'infini auquel se superpose un mouvement gaussien dont l'amplitude σ peut aussi tendre vers l'∞ si $x \to \infty$; il s'agit de savoir si le point reste à distance finie dans un intervalle de temps fini.

Il est important de bien spécifier ce que nous entendons par la fonction aléatoire $X(t)$: $X(t)$ est la limite, pour $n \to \infty$, de la ligne brisée dont les sommets sont $X(t_i)$, $t_i = i/2^n$. Cette limite existe presque sûrement et $X(t)/1 + |X(t)|$ est continu.

A. Nous supposons que σ, $1/\sigma$ et a sont 3 fois dérivables si $Y \leqq x < Z$, (Z pouvant être $+\infty$). Dans ces conditions

I. *Pour que l'on ait presque sûrement* $X(t) < Z$ *pour tout* $t > 0$, *si* $X(0) < Z$, *il faut et il suffit que*

$$\int_Y^Z dx \int_x^Z \frac{1}{\sigma^2(x)} e^{-2\int_x^t \frac{a}{\sigma^2} du} dt = \infty. \tag{1}$$

Dans le cas contraire quel que soit T *et* $Y < X(0) < Z$

$$\lim_{L \to Z} \Pr\{X(t) < L,\ 0 < t < T\} < 1.$$

II. *Si*

$$\int_Y^Z \exp\left\{-2\int_Y^x \frac{a}{\sigma^2} du\right\} dx = \infty$$

---

[1] Séance du 9 janvier 1939.

[2] *Comptes rendus*, **207**, 1938, p. 705.

presque sûrement, quel que soit $X(0) < Z$, *il y aura une suite infinie* $\{t_i\}$ *telle que* $t_i > t_{i-1} + 1$ *et* $X(t_i) < Y$ *et cette condition est nécessaire si l'on a* $(1) = \infty$.

III. *Si*

$$\int_Y^Z dx \int_Y^x \frac{1}{\sigma^2(x)} \exp. \left\{ 2 \int_t^x \frac{a}{\sigma^2} du \right\} dt \tag{2}$$

diverge, $X(0) \leq Z$ *entraîne* $X(t) \leq Z$ *pour tout* t *et la probabilité pour que,* M *se trouvant en* $X(0)$ *à l'instant initial se trouve à un instant quelconque* $< T$ *à gauche d'un point* P *quelconque (fixe, avec* $Y \leq P < Z$) *tend vers zéro si* $X(0) \to Z$.

Si $(1) < \infty$ *et* $(2) = \infty$, *alors* $\lim_{L \to Z} G(x, L, t) < 1$, $Y \leq x < Z$. *Donc, dans le cas où* $Z = \infty$, *on n'a pas* [*si* $(1) < \infty$ *et* $(2) = \infty$] $G(x, +\infty, t) = 1$ *et, par conséquent, il n'existe alors aucune solution de l'équation de Kolmogoroff* (³) *avec ces coefficients* a *et* σ (ces derniers définissent, malgré cela, un mouvement ayant un sens). *Si* (1) *diverge et* (2) *converge il existe des solutions* $G(x, y, t)$ *avec les coefficients* a *et* σ *pour* $Y \leq x < Z$ *pour lesquels* $G(Z, Y, t) > 0$.

B. *Cas particuliers.* — α. Hyp. : $a(0) = 0$, $\sigma(0) = 0$, $a'(+0)$ *existe de même que* $\sigma'(+0)$. *Alors le point* M *ne peut ni atteindre l'origine à partir d'une position à droite ni passer de l'origine ou d'une position à gauche de l'origine à droite de cette dernière.*

Remarque. — Nous avons toujours le droit, vu nos hypothèses, de supposer que $X(0) = 0$ entraîne $X(t) = 0$ quel que soit t, mais ce n'est pas nécessairement la seule possibilité compatible avec les valeurs de a et σ.

Si $a'(+0) - 1/2\,\sigma'^2(+0) > 0$ *le point mobile ne peut pas rester indéfiniment dans le voisinage de l'origine (à droite); si* $a'(+0) - 1/2\,\sigma'^2(+0) < 0$ *il a au contraire une assez grande tendance à y séjourner indéfiniment.*

β. Hyp. : $a(0) > 0$, $\sigma(0) = 0$, *ou* $a(x) \to \infty$, *si* $x \to 0\ (x > 0)$ σ *restant borné* $\neq 0$; *alors la condition nécessaire et suffisante pour que* $X(t) > 0$ *presque sûrement si* $X(0) > 0$ *peut s'écrire plus simplement*

$$\int_0^1 e^{2\int_x^1 \frac{a}{\sigma^2} du}\, dx = \infty.$$

(³) Dans le cas des équations diff. stochast. M. S. Bernstein a déjà indiqué que si $\sigma = \text{const.}$ et $a > |X|^{1+\beta}$, on a $F[x, \infty, s, t] < 1$ (Cf. *Travaux Inst. Stekloff*).

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur la théorie des lignes tracées sur une surface.* Note de M. **Alphonse Demoulin.**

Soient, en un point quelconque M d'une surface, MT_1, MT_2 les tangentes principales et C_1, C_2 les centres de courbure des sections normales respectivement tangentes à MT_1, MT_2.

Désignons par ω l'angle qu'une droite MT, tangente en M à la surface, fait avec MT_1 et par C le centre de courbure de la section normale tangente à MT.

Nous appellerons sphère de courbure normale relative à MT la sphère S de centre C qui passe par M. Elle contient les cercles osculateurs, en M, des courbes tracées sur la surface et qui touchent MT en M. Soit K une quelconque de ces courbes. S est la limite vers laquelle tend la sphère tangente en M à la surface et passant par un point M′ de K, lorsqu'on fait tendre ce point vers M.

Désignons par S_1, S_2 les sphères principales, c'est-à-dire les sphères de courbure normale relatives aux tangentes MT_1, MT_2.

Soient R_1, R_2, R les rayons des sphères S_1, S_2, S. On a, en vertu de la formule d'Euler,

$$\frac{1}{R} = \frac{\cos^2\omega}{R_1} + \frac{\sin^2\omega}{R_2}. \tag{1}$$

Calculons le rapport anharmonique (MCC_1C_2). On a

$$(MCC_1C_2) = \frac{\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R}}{\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R}}.$$

Or la formule (1) donne

$$\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R} = \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1}\right)\cos^2\omega, \qquad \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R} = -\left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1}\right)\sin^2\omega.$$

Par suite

$$(MCC_1C_2) = -\cot^2\omega. \tag{2}$$

Soit Γ un quelconque des cercles orthogonaux à la surface en M. Désignons par A_1, A_2, A ses intersections avec les sphères S_1, S_2, S. Les

tangentes à Γ en ces points coupent la normale en M aux points C_1, C_2, C. En vertu d'un théorème de Chasles, on a

$$(MCC_1C_2) = (MAA_1A_2). \tag{3}$$

Des égalités (2) et (3) on déduit

$$(MAA_1A_2) = -\cot^2\omega. \tag{4}$$

Nous allons nous appuyer sur le théorème suivant : Soient A, B, C, D quatre points situés sur un cercle. Si φ est un des angles des sphères qui coupent orthogonalement le cercle, l'une aux points A, B, l'autre aux points C, D, on a

$$(ABCD) = -\tang^2\frac{\varphi}{2} \quad \text{ou} \quad -\cot^2\frac{\varphi}{2}. \tag{5}$$

Appliquons ce théorème aux points M, A, A_1, A_2. La sphère orthogonale à Γ aux points M, A est la sphère S. Soit Σ la sphère orthogonale à Γ aux points A_1, A_2. C'est une quelconque des sphères tangentes aux sphères principales. Si θ est un des angles des sphères S et Σ, on a, en vertu de la formule (5),

$$(MAA_1A_2) = -\tang^2\frac{\theta}{2} \quad \text{ou} \quad -\cot^2\frac{\theta}{2}. \tag{6}$$

De (4) et (6), on déduit

$$\tang^2\frac{\theta}{2} \quad \text{ou} \quad \cot^2\frac{\theta}{2} = \cot^2\omega \quad (^1), \tag{7}$$

d'où

$$\theta = \pm 2\omega + k\pi, \tag{8}$$

k désignant un nombre entier.

---

(1) Cette formule admet la généralisation suivante : Soient S′ la sphère de courbure normale relative à une tangente MT′ qui fait un angle ω' avec MT_1 et A′ l'intersection de cette sphère et de Γ. Si ψ désigne un des angles que fait avec Σ la sphère orthogonale à Γ en A et A′, on a

$$\tang^2\frac{\psi}{2} \quad \text{ou} \quad \cot^2\frac{\psi}{2} = -\cot^2\omega \tang^2\omega'.$$

Si MT′ est une tangente isotrope, $\tang^2\omega' = -1$, le point A′ coïncide avec M et la formule précédente se réduit à la formule (7).

Si $\tang^2\omega' = -\tang^2\omega$, $\psi = \pi/2$ et les centres des sphères S, S′ sont harmoniquement conjugués par rapport aux points C_1, C_2.

Soit θ' un des angles que fait avec Σ la sphère de courbure normale relative à la tangente qui fait l'angle ω avec MT_2. On a, en vertu de (8),

$$\theta' = \pm 2\omega + k'\pi, \tag{9}$$

k' désignant un nombre entier.

Il suit des formules (8) et (9) que *les sphères de courbure normale relatives à deux tangentes qui font un angle ω, l'une avec MT_1, l'autre avec MT_2* ([2]), *coupent sous l'angle 2ω les sphères tangentes aux sphères principales.*

Ce ne sont pas les considérations précédentes qui nous ont conduit à ce théorème. Nous avons d'abord obtenu celui-ci grâce à l'emploi du pentasphère que nous avons attaché à tout point d'une surface ([3]).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la représentation analytique des polynomes abstraits*. Note ([1]) de M. **Gaston Van der Lyn**, présentée par M. Paul Montel.

Soit $\mathfrak{X}$ un espace quelconque dont les points seront désignés par x et les sous-ensembles par X. Supposons que, dans cet espace, une famille additive d'ensembles ait été définie, ainsi qu'une fonction mesurante $\mu(X)$, non négative et complètement additive, définie pour tout ensemble X de la famille additive. Soit $f(x)$ une fonction numérique μ-mesurable, définie dans l'espace $\mathfrak{X}$. Supposons encore que, à chaque ensemble X de la famille additive, on ait fait correspondre un élément $\varphi(X)$ d'un espace vectoriel normé, de telle manière que, si $X_1 X_2 = 0$, on ait

$$\varphi(X_1 + X_2) = \varphi(X_1) + \varphi(X_2),$$

et que la norme $\|\varphi(X)\|$ soit majorée par le produit $M\mu(X)$, où M est une constante. Il est alors facile de définir, par rapport à la fonction vectorielle $\varphi(X)$, une intégrale analogue à l'intégrale de Stieltjes-Lebesgue-Radon de la fonction $f(x)$. Si $f(x)$ est bornée, en désignant par X_i

---

([2]) Ces sphères sont symétriques par rapport à la sphère harmonique relative au point M.

([3]) *Comptes rendus*, 182, 1926, p. 1008.

([1]) Séance du 16 janvier 1939.

l'ensemble des points x où l'on a $i\varepsilon \leqq f(x) < (i+1)\varepsilon$, on posera

$$\int f(x)\, d\varphi(X) = \lim_{\varepsilon \to 0} \sum_{i=n}^{i=N} i\varepsilon\, \varphi(X_i),$$

où n et N sont des entiers tels que l'on ait $n\varepsilon < f(x) < N\varepsilon$. La limite existe nécessairement. L'extension de la définition de l'intégrale vectorielle au cas où $f(x)$ n'est pas bornée peut se faire suivant les méthodes classiques de la théorie de l'intégrale de Lebesgue. Il résulte de la majoration de $\|\varphi(X)\|$ par la fonction absolument continue $M\mu(X)$, qui si $f(x)$ est μ-sommable, son intégrale par rapport à $\varphi(X)$ existe.

Désignons d'autre part par $\mathcal{Y}$, y, Y, $\mu'(Y)$, $g(y)$, respectivement un nouvel espace quelconque, ses points, ses sous-ensembles, une fonction mesurante définie dans une famille additive, et les fonctions numériques μ'-mesurables du point y. L'ensemble des fonctions $f(x)$ μ-sommables forme un espace vectoriel $\mathcal{E}$. Cet espace sera normé, et par suite métrisé, en posant $\|f(x)\| = \int |f(x)|\, d\mu$. Soit de même $\mathcal{E}'$, l'espace vectoriel des fonctions $g(y)$ μ'-sommables, normé en posant $\|g(y)\| = \int |g(y)|\, d\mu'$. Soit enfin $U[f]$ un opérateur, défini pour chaque point $f(x)$ de l'espace $\mathcal{E}$, dont la valeur est un point $g(y)$ de l'espace $\mathcal{E}'$. Cet opérateur est continu si $\|U[\bar{f}] - U[f]\|$ tend vers zéro avec $\|\bar{f}(x) - f(x)\|$.

L'opérateur $U[f]$ est un monôme de degré n, si l'on a, quels que soient $f(x)$ et $\omega(x)$, l'équation

$$\Delta^n_\omega U[f] = n!\, U[\omega] \quad (^2).$$

Si $U[f]$ est un monome continu, il existe un opérateur continu $U[f_1, f_2, \ldots, f_n]$ des n variables $f_1, f_2, \ldots, f_n$, linéaire par rapport à chaque variable, tel que $U[f] = U[f, f, \ldots, f]$. Dans l'espace $\mathcal{X}^n$, produit cartésien de n espaces identiques à $\mathcal{X}$, définissons à partir de la mesure $\mu(X)$, par exemple au moyen de la méthode de M. Ulam, une mesure $\mu(E)$ dans une famille additive $\mathcal{F}$ de sous-ensembles de l'espace $\mathcal{X}^n$. Il existe alors un opérateur vectoriel additif $U(E)$, défini pour les ensembles de la famille $\mathcal{F}$ et dont la valeur $U(E)$ est un élément de l'espace $\mathcal{E}'$, dont la norme $\|U(E)\|$ est majorée par le produit $M\mu(E)$. Cet opérateur $U(E)$, de plus, est tel que l'on ait

$$U[f] = \int f(x_1)\, f(x_2) \ldots f(x_n)\, dU(E).$$

(²) *Comptes rendus*, **207**, 1938, p. 516.

Un théorème analogue peut s'énoncer dans le cas où $U[f]$ a une valeur numérique; alors la fonction d'ensemble $U(E)$ est aussi numérique. Ces théorèmes généralisent des propositions de F. Riesz et de O. Nikodym (*Bulletin Soc. des Sciences de Cluj*, 4, 1931), relatives aux fonctionnelles linéaires.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur les valeurs exceptionnelles des fonctions méromorphes voisines d'une fonction méromorphe donnée.* Note de M. **Jacques Dufresnoy**, présentée par M. Gaston Julia.

Soit $f(z)$ une fonction méromorphe dans tout le plan fini. La distribution des points z, où $f(z)$ prend une valeur a, présente une densité caractérisée par la croissance de la fonction $N[r, f(z) - a]$. M. Valiron [1] a mis en évidence une homogénéité remarquable entre les distributions relatives aux différentes valeurs de a, en démontrant que

$$\lim_{r \to \infty} \frac{N[r, f(z) - a]}{T[r, f(z)]} = 1,$$

sauf pour un ensemble exceptionnel de valeurs a, dont la mesure de dimension ε (ε étant un nombre positif arbitraire) est nulle, et à condition d'exclure de l'axe des r [dans le cas d'une fonction $f(z)$ d'ordre infini] des intervalles extraordinaires de longueur totale finie.

Je vais montrer que cet ensemble exceptionnel de valeurs a est *presque toujours* vide. D'une façon plus précise considérons toutes les fonctions $F(z) + a_d z^d + a_{d-1} z^{d-1} + \ldots + a_1 z$, où $F(z)$ est une fonction méromorphe non rationnelle et où d est un entier fixé. Seules parmi celles-ci, les fonctions ayant un coefficient a_d appartenant à un ensemble dont la mesure de dimension ε est nulle donnent lieu à un ensemble exceptionnel de valeurs a au sens de M. Valiron [2].

---

[1] *Acta Mathematica*, 47, 1926, p. 117-128.

[2] Ce résultat suppose que l'infini n'est pas une valeur exceptionnelle pour $F(z)$, sinon il en serait de même pour toute la famille de fonctions. Mais alors la proposition subsiste, à condition de prendre pour famille de fonctions

$$\frac{1}{F(z) - C} + a_d z^d + a_{d-1} z^{d-1} + \ldots + a_1 z,$$

où C est une valeur non exceptionnelle pour $F(z)$.

A cet effet, on étend le deuxième théorème fondamental de la théorie de M. Nevanlinna (³); φ_i désignant un polynome de degré d, on démontre que

$$(p-d-2)\,\mathrm{T}[r,\mathrm{F}(z)] < \sum_{i=1}^{i=p} \mathrm{N}[r,\mathrm{F}(z)-\varphi_i] + \mathrm{S}(r),$$

$\mathrm{S}(r)$ étant une fonction que l'on borne supérieurement. La démonstration, analogue à celle du deuxième théorème fondamental, se déduit de l'identité

$$\prod_{i=1}^{p}[\mathrm{F}(z)-\varphi_i] \equiv \frac{\mathrm{F}^{[d+1]}(z)}{\dfrac{\mathrm{F}^{[d+1]}(z)}{\prod[\mathrm{F}(z)-\varphi_i]}} \equiv \frac{\mathrm{F}^{[d+1]}(z)}{\displaystyle\sum_{i=1}^{p} b_i \frac{\mathrm{F}^{[d+1]}(z)}{[\mathrm{F}(z)-\varphi]}}.$$

On obtient

$$\mathrm{S}(r) = p\log[2(d+1)\mathrm{A}r^d] + \log p - \mathrm{C} + 2\sum m\left[r,\frac{1}{\varphi_i-\varphi_j}\right] + m\left[r,\frac{\mathrm{F}^{[d+1]}}{\mathrm{F}}\right] + \sum m\left[r,\frac{\mathrm{F}^{[d+1]}}{\mathrm{F}-\varphi_i}\right],$$

A étant la borne supérieure des coefficients des polynomes et C dépendant du comportement à l'origine de f et des φ_i. Les limitations de $m[r,\mathrm{F}^{[d+1]}/\mathrm{F}]$ et de $m[r,\mathrm{F}^{[d+1]}/(\mathrm{F}-\varphi_i)]$ se déduisent de celle bien connue de $m[r,\mathrm{F}'/\mathrm{F}]$.

On est conduit à distinguer le cas des fonctions $\mathrm{F}(z)$ d'ordre fini et celui des fonctions $\mathrm{F}(z)$ d'ordre infini.

Premier cas. — On définit, avec M. Valiron, la suite des r_m satisfaisant à

$$\mathrm{T}(r_m) = m.$$

A chaque valeur de m on fait correspondre un champ de polynomes φ de degré d défini par

1° modules des coefficients des polynomes φ inférieurs à $\log r_m$;

2° $\mathrm{C}(\mathrm{F}^{[\lambda]}-\varphi^{[\lambda]}) < \log r_m$ pour $\lambda = 0, 1, 2, \ldots, d$; $\mathrm{C}(\psi)$ dépendant du comportement à l'origine de la fonction ψ.

Les fonctions φ de ce champ satisfont à

$$\mathrm{N}(r_m,\mathrm{F}-\varphi) \geqq \mathrm{T}(r_m,\mathrm{F}).(1-\varepsilon_m),$$

ε_m tendant vers zéro avec $1/m$, si l'on excepte celles appartenant à p_m sous-domaines définis par

$$m\left[r_m,\frac{1}{\varphi-\varphi_i}\right] > \frac{\mathrm{T}(r_m,\mathrm{F})}{p_m^2}.$$

(³) *Acta Mathematica*, 46, 1925, p. 1-99.

On en déduit aisément que

$$\lim_{r \to \infty} \frac{N(r, F - \varphi)}{T(r, F)} = 1, \tag{1}$$

sauf pour les fonctions φ appartenant à une infinité de ces sous-domaines. D'autre part, un sous-domaine est compris dans celui défini de la façon suivante : le coefficient a_d du terme de plus haut degré appartient à un ensemble qui peut être enfermé dans p_m cercles de rayon

$$p = \exp.\left\{ - \frac{\dfrac{T(r_m)}{p_m^2 - d \log 2\, d - d \log_2 r_m}}{d+1} \right\}^m.$$

Si l'on choisit pour p_m une fonction de $T(r_m)$ qui croît assez lentement, il en résulte que (1) est satisfait pour les φ dont le premier coefficient n'appartient pas à un ensemble exceptionnel dont la mesure de dimension ε est nulle. Soit, dans les mêmes conditions,

$$\lim_{r \to \infty} \frac{N(r, F - \varphi - \alpha)}{T(r, F - \varphi)} = 1. \tag{2}$$

Deuxième cas. — La limitation de $S(r)$ s'obtient par application d'un lemme connu de M. Borel sur les fonctions croissantes, qui introduit sur l'axe des r des intervalles extraordinaires de longueur totale finie. Nous obtenons encore la relation (2), à condition d'exclure de l'axe des r les intervalles extraordinaires.

Généralisation. — Ce résultat s'étend aux fonctions algébroïdes $u(z)$ à ν branches. On obtient alors

$$[p - (2^{d+1} - 1)(2\nu - 1) - 1].T(r, u) < \Sigma N[r, \psi(\varphi_i)] + S(r),$$

$S(r)$ étant une fonction que l'on borne supérieurement. La méthode est très voisine de celle qui a servi à l'étude des fonctions méromorphes.

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *Mesure de la réaction d'un jet gazeux par la pression qu'il exerce sur un disque.* Note [1] de M. **Vladimir Platoff**, présentée par M. Henri Villat.

Les recherches de Morley, citées par M. A. Stodola dans son Ouvrage *Turbines à vapeur et à gaz* [2], ont mis en évidence le fait intéressant,

---

[1] Séance du 16 janvier 1939.
[2] Paris, 1925, p. 52.

confirmé ensuite par d'autres expérimentateurs et que je me suis proposé d'étudier en détail, que la pression P exercée par un jet gazeux sur un disque D perpendiculaire à l'axe du jet, peut être supérieure d'environ 10 pour 100 à la réaction R du fluide sur le réservoir émettant le jet.

Je suis redevable à M. D. Riabouchinsky de l'explication suivante de cette contradiction apparente. L'augmentation de la pression exercée sur le disque est due à deux causes : 1° à la pression supplémentaire P_1 sur la face *aa* du disque D (*fig.* 1). En effet, un fluide turbulent s'écoulant le long

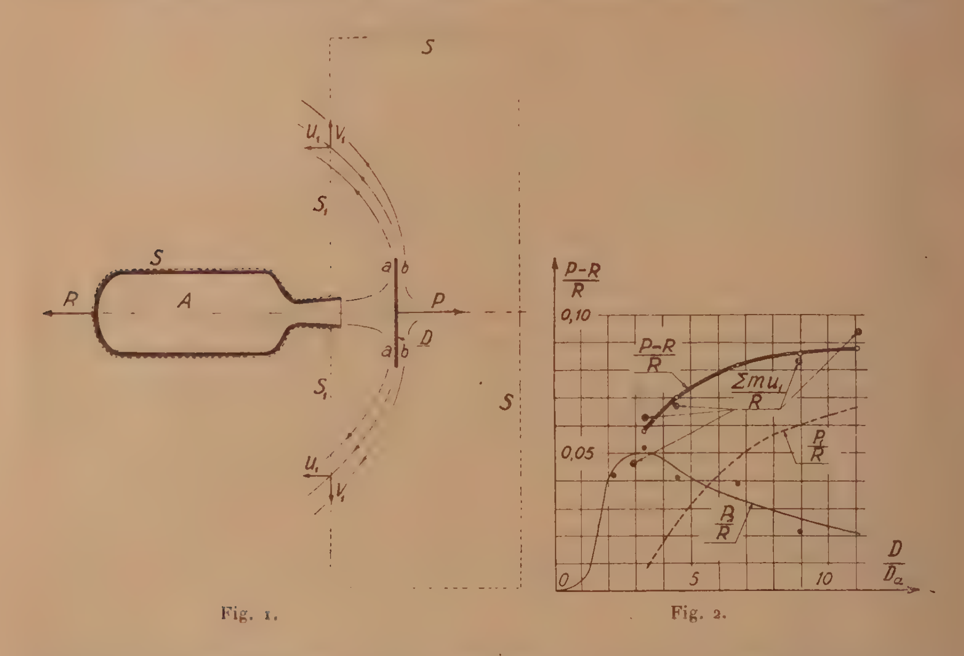


Fig. 1. Fig. 2.

d'un plan doit exercer sur celui-ci, en plus d'une traction tangentielle, une pression normale, car les particules fluides, étant freinées au voisinage de la paroi par le frottement, acquièrent une vitesse *u* qui les écarte de la paroi et une quantité de mouvement Σmu (³); 2° à la dépression P_2 sur la face *bb* du disque, particulièrement sensible au voisinage du bord de ce dernier. Cette dépression est une conséquence du théorème de Bernoulli, étant due au mouvement de l'air entraîné par les particules fluides du jet qui s'épanouit sur la face *aa* du disque D.

En traçant en pensée autour du disque D et du réservoir A une surface

(³) *Bull. Institut Aérodynamique de Koutchino*, f. 2, Moscou, 1909, p. 117.

fermée suffisamment grande SS_1 indiquée en pointillé sur la figure 1, et en calculant ou en mesurant la somme $Q = \Sigma m u_1 = \Sigma \rho u_1^2 \Delta S_1$ des projections des quantités de mouvement sur l'axe du jet, où ρ est la densité du fluide et ΔS_1 un élément de la surface S_1, on doit trouver que $Q \cong P - R = P_1 + P_2$.

Les résultats des recherches expérimentales que j'ai effectuées sont en bon accord avec la théorie de M. Riabouchinsky. Le dispositif que j'ai employé est représenté schématiquement sur la figure 1. A est un réservoir, muni d'une tuyère convergente-divergente, contenant de l'air dont la pression était maintenue à $4^{atm},5$ et D est le disque placé perpendiculairement à l'axe du jet. Sur la figure 2 j'ai porté en abscisses le rapport D/D_a, où D est le diamètre du disque et $D_a = 9^{mm}$ est celui de la section terminale de la tuyère, et en ordonnées les rapports P_1/R, P_2/R et $(P - R)/R$. Les courbes continues tracées sur la figure passent par les points mesurés directement et la courbe en pointillé représente la différence entre ces deux courbes continues. Les points indiqués par deux petits cercles concentriques correspondent à la quantité de mouvement Q calculé d'après les composantes u_1 de la vitesse mesurée directement. On constate sur la figure 2 que les points Q/R viennent effectivement se placer sur la courbe $(P - R)/S$. La pression P_1 augmente et la dépression P_2, après avoir passé par un maximum, diminue avec l'augmentation du diamètre du disque.

Ces recherches ont un certain intérêt pratique, car elles permettent de préciser les corrections à apporter quand on veut remplacer la mesure directe de la réaction d'un jet par la mesure de la pression exercée par ce dernier sur un disque, ce qui est souvent beaucoup plus simple.

ASTRONOMIE STELLAIRE. — *Nouvelle liste d'étoiles appartenant au courant de la Grande Ourse.* Note de M. **Raymond Bartholeyns**, présentée par M. Ernest Esclangon.

Le courant de la Grande Ourse (Proctor-Hertzsprung) a été successivement enrichi par MM. Rasmuson [1], Mohr [2], Bertaud [3], Nassau-Henyey [4] et Filippov (*Russian Astronomical Journal*, 12, II, 1935).

(1) *Meddelanden fran Lunds Observatorium*, 2e série, n° 26, 1921.

(2) *Bulletin Astronomique*, 6, III, 1930, p. 147.

(3) *Bulletin de la Société Astronomique de France*, 47, 1933, p. 216.

(4) *The Astrophysical Journal*, 80, IV, 1934, p. 282.

M. Schlöss ([5]) a exposé une méthode de recherche systématique des étoiles qui appartiennent à un courant déterminé. Il en a démontré la valeur par ses travaux sur les courants de Persée et d'Orion.

Nous l'avons appliquée au courant de la Grande Ourse. Nous adoptons pour coordonnées du convergent $A_0 = 297^\circ,7$, $D_0 = -34^\circ,5$ et pour vitesse moyenne du courant $v_0 = 16,7$ km/sec, valeurs publiées par M. Mohr ([2]).

Cette recherche fait apparaître d'une part que la liste publiée par MM. Nassau-Henyey ([4]) nécessite révision; d'autre part que plusieurs étoiles, dont nous donnons ci-dessous la liste, peuvent être réputées appartenir au courant.

Nos données ont été puisées aux sources suivantes :

1° *A General Catalogue of the Radial Velocities of Stars, Nebulae and Clusters*, de J. H. Moore (*Publications of the Lick Observatory*, vol. XVIII, 1932).

2° *General Catalogue of Stellar Parallaxes* de F. Schlesinger (*Yale University Observatory*, 1935).

3° *Catalogue of Bright Stars* de F. Schlesinger (*ibid.*, 1930).

4° *Bergedorfer Eigenbewegungs-Lexicon* de R. Schorr (*Bergedorf*, 1936).

Les étoiles sont désignées, dans la première colonne, par leur numéro dans le *Henry Draper Catalogue*. Les notations qui figurent en tête des autres colonnes sont celles de M. Schlöss.

H. D.	Vx.	Vy.	Vz.	vx.	vy.	vz.	ΔN.	R.
12 350	−16,1	− 6,2	− 9,1±2,8	−13,8	− 2,8	− 9,0	9°,4	4,1
13 611	− 5,8	− 2,4	− 4,9±0,8	−13,7	− 9,2	− 2,4	11,6	10,7
13 994	− 4,7	0,8	−10,8±1,1	−13,7	− 4,1	− 8,6	7,3	10,4
76 653	–	–	− 1,5	–	–	0	7	–
83 787	11,9	0	−12,2±2,3	6,1	− 1,6	−15,5	14,4	6,9
115 043	11,0	− 3,6	− 7,9±0,9	13,5	− 3	− 9,3	5,4	2,9
125 140	14,6	−14,1	− 4 ±2	13,7	− 6,2	− 7,2	19,6	8,6
147 513	7,7	− 1,6	10,1±0,4	11,1	− 2,2	11,7	1,4	3,8
147 584	11,2	5,5	8,5	11,1	4,5	11,7	4,2	3,4
174 589	1,5	−13,5	12 ±2	3,8	− 8,7	13,8	17,8	5,6
177 196	3,6	−13,7	8,8±2,1	3,1	−16,2	2,3	4	7
179 366	–	–	11,5±1,5	–	–	14	16,3	–
204 770	− 7,1	−12,6	1,2±2	− 5,5	−15,3	− 3,6	10,2	5,7
210 702	− 5,8	−10	10,9±1,3	− 7,7	−12,2	8,5	2,2	3,8
210 873	–	–	− 2,8±1,1	–	–	− 5,4	17	–
212 005	−11,7	−10,6	2 ±1	− 8,2	−13,2	6,2	16,3	6
222 433	−19,8	− 7,9	14,1±0,4	−11,4	− 3,8	11,6	3,3	9,7

([5]) *Zeitschrift für Astrophysik*, **11**, II, 1936, p. 117; **12**, II et III, 1936, p. 101.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Sur la loi de multiplication des matrices représentatives des opérateurs différentiels linéaires*. Note ([1]) de M. **Nicolas Cabrera**, présentée par M. Louis de Broglie.

Dans les exposés de Mécanique ondulatoire, on démontre la loi en question par deux méthodes différentes : soit ([2]) en admettant la convergence absolue, dans tout le domaine D, du développement

$$(1)\qquad Ag=\sum_m \varphi_m(\varphi_m, Ag), \qquad (\varphi_m, Ag)=\int_D \varphi_m^* A g\, d\tau,$$

où φ_m est un système orthonormé complet de fonctions, dans le domaine D, et A le premier opérateur à droite; soit ([3]) en admettant l'existence, dans ce même domaine, d'un opérateur associé B^* du premier opérateur B à gauche, défini par

$$(2)\qquad (f, Bg)=(B^* f, g).$$

Ces deux démonstrations ne sont pas rigoureuses, appliquées à un opérateur différentiel, parce que, d'une part, on sait bien que le développement (1) est convergent sauf, peut-être, sur un ensemble de mesure nulle; et d'autre part l'existence de l'expression (2) pour un opérateur différentiel linéaire n'est pas acceptable à priori ([4]).

1. Les formules du type de celle de Green donnent des expressions analogues à (2). Prenons les deux opérateurs

$$p_x=\frac{\hbar}{i}\frac{\partial}{\partial x} \quad \text{et} \quad H=-\frac{\hbar^2}{2m}\Delta+v(xyz),$$

dans le domaine D de l'espace xyz, nous avons

$$(3)\qquad (f, p_x g)=(p_x f, g)+\frac{\hbar}{i}\int_S f^* g\, dy\, dz,$$

$$(4)\qquad (f, Hg)=(Hf, g)-\frac{\hbar^2}{2m}\int_S\left\{f^*\frac{\partial g}{\partial n}-\frac{\partial f^*}{\partial n}g\right\}d\sigma.$$

([1]) Séance du 16 janvier 1939.

([2]) Voir par exemple L. de Broglie, *Mécanique ondulatoire des systèmes de corpuscules*, Paris, 1939, p. 54.

([3]) Voir par exemple W. Pauli, *Die allgemeinen Prinzipien der Wellenmechanik* (*Handbuch der Physik*, 24_1, 1933, p. 131).

([4]) J. v. Neumann, *Mathematische Grundlagen der Quantenmechanik*, Berlin, 1932, p. 51 et 68.

2. Les intégrales de surface dans (3) et (4) modifient la loi de multiplication de matrices d'une façon facile à calculer : Soient les éléments de matrices $(f, p_x \mathrm{A} g)$ ou $(f, \mathrm{HA} g)$. L'application simultanée de (3) et (4) et du théorème de Parseval donne

$$(5) \quad (f, p_x \mathrm{A} g) = \sum_m (f, p_x \varphi_m)(\varphi_m, \mathrm{A} g) + \frac{h}{i} \int_{\mathrm{S}} f^* \Big[\mathrm{A} g - \sum_m \varphi_m (\varphi_m, \mathrm{A} g) \Big] \, dy \, dz,$$

$$(6) \quad (f, \mathrm{HA} g) = \sum_m (f, \mathrm{H} \varphi_m)(\varphi_m, \mathrm{A} g) - \frac{\hbar^2}{2m} \int_{\mathrm{S}} \Big\{ f^* \Big[\frac{\partial}{\partial n} \mathrm{A} g - \sum_m \frac{\partial \varphi_m}{\partial n} (\varphi_m, \mathrm{A} g) \Big] - \frac{\partial f^*}{\partial n} \Big[\mathrm{A} g - \sum_m \varphi_m (\varphi_m, \mathrm{A} g) \Big] \Big\} \, d\sigma.$$

Le premier terme correspond à la loi en question; d'autre part, nous savons que les développements (1) peuvent n'être pas convergents sur un ensemble de mesure nulle, par exemple la frontière S du domaine, donc les intégrales de surfaces peuvent n'être pas nulles. Dans le cas où *le système* φ_m *ne vérifie aucune condition limite sur la frontière*, il n'y a pas de raison générale pour que (1) et ses dérivées ne soient pas convergentes sur elle, et alors nos intégrales de surfaces seront nulles et *la loi des matrices sera vérifiée bien que nous ne puissions pas définir un opérateur associé.*

Pour la condition limite $f = g = \varphi_m = 0$, pour laquelle, certainement, $\mathrm{A} g \neq \sum_m \varphi_m (\varphi_m, \mathrm{A} g)$ sur la frontière, puisque, en général $\mathrm{A} g \neq 0$ sur elle; nous voyons donc que *la loi des matrices est applicable à l'opérateur* p_x, *tandis que pour l'opérateur* H *nous avons*

$$(6') \quad (f, \mathrm{HA} g) = \sum_m (f, \mathrm{H} \varphi_m)(\varphi_m, \mathrm{A} g) + \frac{\hbar^2}{2m} \int_{\mathrm{S}} \frac{\partial f^*}{\partial n} \mathrm{A} g \, d\sigma \qquad (\text{cond. lim. } \varphi = 0).$$

Pour la condition limite $\partial f / \partial n = \partial g / \partial n = \partial \varphi_m / \partial n = 0$, nous avons, d'une façon générale, $\mathrm{A} g = \sum_m \varphi_m (\varphi_m, \mathrm{A} g)$ sur la frontière, tandis que certainement $\frac{\partial}{\partial n} \mathrm{A} g \neq \sum_m \frac{\partial \varphi_m}{\partial n} (\varphi_m, \mathrm{A} g)$ sur elle; donc *la loi continue à être applicable à* p_x, *mais pour l'opérateur* H, *nous avons*

$$(6'') \quad (f, \mathrm{HA} g) = \sum_m (f, \mathrm{H} \varphi_m)(\varphi_m, \mathrm{A} g) - \frac{\hbar^2}{2m} \int_{\mathrm{S}} f^* \frac{\partial}{\partial n} \mathrm{A} g \, d\sigma \qquad \Big(\text{cond. lim. } \frac{\partial \varphi}{\partial n} = 0\Big).$$

MÉTROLOGIE. — *Améliorations réalisées dans la définition des longueurs représentées par les étalons internationaux et dans la comparaison de ces longueurs.* Note de MM. **Albert Pérard** et **Charles Volet**, présentée par M. Charles Fabry.

Après la distribution, en 1889, des prototypes métriques aux pays adhérant à la Convention du Mètre, la situation des étalons internationaux était la suivante : auprès du Mètre international, deux témoins, le prototype désigné sous le symbole I_2, qui avait établi la liaison avec le Mètre des Archives, et le n° 13 de la grande coulée Johnson-Matthey; à la disposition du Bureau international, deux prototypes d'usage, le n° 26 de l'alliage J. M., et un prototype analogue T_3. En 1911 le Comité international des Poids et Mesures, constatant la qualité remarquable des tracés que René Benoît avait effectués en 1909 sur deux règles d'une coulée spéciale, T_1 et T_2, à section rectangulaire et à encoches, avait décidé que l'une constituerait un témoin supplémentaire du Mètre, tandis que l'autre serait laissée au Bureau international comme prototype de référence exceptionnelle. En outre le Bureau continuait à disposer de la règle n° 13_{74} (en alliage de 1874 dit du Conservatoire), à traits serrés à 20^{μ}, impropre aux déterminations absolues, bonne cependant comme étalon de dilatation. Enfin une règle en alliage de 1874, de forme en X, appelée T_4, comportait une échelle millimétrique sur toute sa longueur; mais son tracé était si défectueux qu'elle n'a jamais pu être utilisée.

En 1935, arguant des défauts manifestes non seulement des règles 13_{74} et T_4, d'usages spéciaux, mais aussi de la règle n° 26, que tous les observateurs rendaient responsable des divergences qui semblaient dépasser la précision attendue, nous obtenions du Comité international la permission de faire retracer ces trois étalons. Le témoin I_2, avec traits sur poli mat, était classé pièce historique; et le Bureau, autorisé à acquérir et retracer un nouveau prototype, achetait à l'Autriche le n° 19 (Alliage J. M.)

Dans les comparaisons générales qui précédèrent l'effaçage des traits, on constata une fois de plus que le tracé du Mètre international était beau; mais on dut reconnaître que celui du mètre n° 13, affecté d'une large balafre, devait également être renouvelé. Un vote par correspondance entre les membres du Comité accorda l'autorisation nécessaire.

Pour cette rénovation si délicate de tous ces tracés, d'une part nous

connaissions les hautes qualités des traits exécutés par la Société Genevoise sur les aciers; et d'autre part, au Bureau international, nous avions acquis, dans le polissage et dans les tracés sur platine iridié, une grande habileté, qui s'était affirmée dans l'exécution du prototype turc 21_{74}. La conjonction de ces deux expériences devait offrir les meilleures chances d'un heureux succès. Aujourd'hui, après une laborieuse série d'essais, l'on peut dire que les cinq tracés nouveaux des règles 13, 19, 26, 13_{74} (tracé spécial pour dilatations) et T, (divisée en millimètres sur toute sa longueur) donnent pleine satisfaction.

Les caractéristiques de ces tracés, que nous avions longuement étudiées en tenant compte de l'appréciation de tous les observateurs qualifiés du Bureau international, sont les suivantes : poli spéculaire irréprochable; qualité rigoureuse des traits : netteté, rectitude, parallélisme des deux bords, perpendicularité à l'axe de la règle; épaisseur de ces traits $3^{\mu},5$ (au lieu de 6 à 9^{μ} dans les tracés de 1888); distance des traits longitudinaux définissant l'axe de la règle $0^{mm},12$ (au lieu de $0^{mm},20$).

A cette amélioration des étalons devait correspondre une amélioration connexe de l'instrument d'observation. L'excellent comparateur Brunner a reçu des microscopes nouveaux : l'ouverture numérique des objectifs est passée de 0,08 à 0,17, tout en conservant une distance frontale de 58^{mm}; le grandissement de l'objectif étant 10, le grossissement total, précédemment de 60, peut maintenant être à volonté porté à 67, 90 ou 124. Les fils d'araignée ont été remplacés par des tracés sur verre à l'épaisseur de $8^{\mu},5$, à raison de 4 paires de traits transversaux aux intervalles respectifs de 90^{μ}, 100^{μ}, 115^{μ} et 135^{μ}, soit $9^{\mu},0$, $10^{\mu},0$, $11^{\mu},5$, $13^{\mu},5$ dans le plan de la règle. Aucun trait longitudinal central dans le micromètre, mais un ensemble de deux traits distants entre eux de 2^{mm}. Une disposition spéciale, projetant dans le champ de vision la graduation du tambour (dont chaque division équivaut à 5 centièmes de micron), économise la fatigue de l'œil.

Depuis plusieurs années, nous avions vu la nécessité de faire pointer l'observateur alternativement d'un côté du comparateur et de l'autre côté, de façon à éliminer le mieux possible cette *équation personnelle* qui, quoiqu'il semble au premier abord, ne disparaît pas dans les comparaisons de règles comportant des traits d'épaisseur différente. Tout récemment, nous avons senti l'intérêt d'inverser en même temps que l'opérateur chacun des microscopes avec son système d'éclairage, les traits risquant de recevoir un éclairage dissymétrique. Nos nouveaux microscopes comportent ce retournement.

Avec de nombreux perfectionnements de détail, actuellement tout ce bel ensemble a été mené à bonne fin. Il reste à déterminer les longueurs définies par tous les nouveaux tracés et à reconnaître quelle est l'importance de l'échelon ainsi gravi vers une plus haute précision. Dans ce but, le Mètre international et son dernier témoin T_1 viennent d'être extraits de leur caveau pour participer aux comparaisons générales, commencées depuis quelques jours, et qui vont se poursuivre, à quatre observateurs, pendant près de quatre mois, entre le Mètre, ses trois témoins et les trois prototypes d'usage du Bureau.

Au moment où les étalons à bouts, revenant sous une autre forme et mis en œuvre sans contact mécanique par la production des interférences lumineuses, paraissent tenter de reprendre l'avantage sur les étalons à traits, il était bon de rechercher de quelle précision étaient susceptibles les prototypes métriques à traits, si on leur appliquait, à eux aussi, les ressources de la technique moderne.

ACOUSTIQUE. — *La dispersion des ondes ultrasonores dans l'huile de ricin.* Note de M. **Ladislav Zachoval**, présentée par M. Paul Langevin.

Depuis la découverte de la dispersion des ondes ultrasonores dans les gaz, la dispersion des ondes ultrasonores dans les liquides a été souvent envisagée. Il est d'un grand intérêt de savoir si les liquides se comportent comme les gaz, ou si les causes d'une éventuelle dispersion des ultrasons sont différentes pour les gaz et pour les liquides.

Jusqu'ici aucune dispersion incontestable n'a pu être mise en évidence. Mais les expériences faites ne sont ni nombreuses ni certaines. Parmi les causes possibles de la dispersion, la viscosité joue certainement un rôle assez important. R. Lucas a établi, comme conséquence de la théorie de Stokes, une relation donnant l'influence de la viscosité sur la vitesse des ondes longitudinales dans les liquides (1). Suivant cette relation on ne peut s'attendre à trouver une influence de la viscosité que pour les liquides très visqueux.

Étant donnée la grande viscosité de l'huile de ricin, j'ai effectué des mesures de vitesse du son par la méthode de diffraction de la lumière par les ultrasons dans ce liquide.

Le quartz produisant les ultrasons, placé verticalement, était en contact

(1) R. Lucas, *Comptes rendus*, 206, 1938, p. 658.

avec l'huile de ricin seulement par une face. Un plan réflecteur des ultrasons était parallèle au quartz. La fréquence fondamentale de ce quartz est ν 1999,06 kc/sec. La fréquence du poste émetteur de haute fréquence, qui a été couplé au circuit du quartz mis dans l'huile de ricin, a été définie par un quartz de fréquence ν 1998,90 kc/sec. J'ai employé la fréquence fondamentale et le troisième harmonique de ce quartz *maître-oscillateur*.

Une plaque photographique a été placée au plan focal d'un objectif de longueur focale *d* 120^{cm}, placé derrière la cuve contenant l'huile de ricin. J'ai fait sur la même plaque les clichés des spectres de diffraction pour le fondamental, pour le troisième harmonique ainsi que celui du spectre d'un réseau de comparaison. Celui-ci, ayant 6 traits par millimètre, a été placé dans une position bien définie entre la cuve et l'objectif. La radiation lumineuse utilisée était le doublet D du sodium. La cuve contenant l'huile de ricin a été placée dans une enceinte thermostatique.

Les distances des raies de diffraction ont été mesurées sur les plaques photographiques à l'aide d'un comparateur et les erreurs probables ont été calculées.

En employant la méthode décrite, j'ai fait les clichés des spectres de diffraction pour l'eau et j'ai trouvé la même valeur de la vitesse pour les deux fréquences, ce qui est en accord avec les mesures déjà faites par les autres auteurs ([2]).

Le tableau suivant contient les résultats obtenus pour l'huile de ricin.

	Vitesses	
Température.	V_1, pour la fréquence fondamentale.	V_3, pour le troisième harmonique.
18°,1	1508,0 ± 0,6 m/sec	—
18°,175	—	1517,3 ± 0,6 m/sec ; 1517,9 ± 0,6 m/sec
18°,3	1496,6 ± 0,8 »	—
18°375	—	1505,2 ± 0,6 »
18°5	1482,6 ± 0,6 »	—

Les résultats obtenus permettent les conclusions suivantes : 1° il y a une dispersion de la vitesse dans le sens correspondant aux actions de viscosité; 2° cette dispersion est plus grande que la théorie n'a pu le prévoir. La théorie donne pour ce cas $(V_3^2 - V_1^2)\,V_1^2 = 6.10^{-4}$, tandis que l'expérience donne la valeur moyenne $(V_3^2 - V_1^2)\,V_1^2 = 2.10^{-2}$.

([2]) A. K. Dutta, *Phys. Zeitschrift*, 39, 1938, p. 186.

CHALEUR. — *Fusion du graphite sous très haute pression d'argon jusqu'à 4000 kg/cm².* Note (¹) de M. **James Basset**, présentée par M. Jean Perrin.

Dans une chambre à expérience des matériels réalisés par nous pour la recherche aux ultra-pressions et déjà décrits (²), j'ai adapté un dispositif expérimental permettant d'étudier la question très controversée de la fusion du carbone; j'ai pu réaliser la fusion incontestable du graphite et déterminer une valeur approchée de la température et de la pression critique au point triple.

Le dispositif représenté (*fig.* 1) comporte deux mâchoires prises de

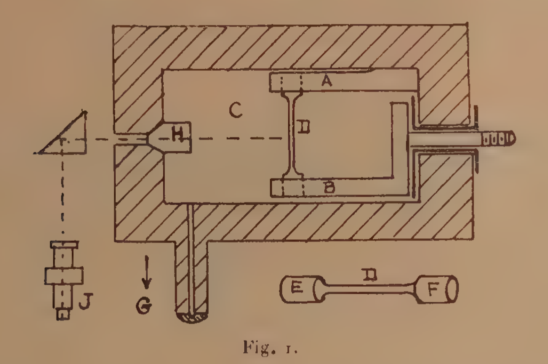


Fig. 1.

courant dont une à la masse A, et l'autre isolée B, solidaire d'une des culasses obturatrices d'une chambre à expérience cylindrique C; la mâchoire A est mobile pour permettre la libre dilatation.

On fixe entre les mâchoires A, B un bâtonnet cylindrique de graphite D, comportant deux masses de prise de courant cuivrées E.F, et réduit dans sa partie centrale D à un diamètre de 1,7 mm environ.

La chambre C peut être remplie d'argon comprimé à une pression quelconque par une presse à ultra-pression C décrite antérieurement (³).

Le bâtonnet est observé, et sa température mesurée, à travers une fenêtre

(¹) Séance du 16 janvier 1939.

(²) *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 344, et 191, 1930, p. 928.

(³) *Comptes rendus*, 195, 1932, p. 1242.

de quartz H au moyen d'un pyromètre à disparition de filament J, muni d'écrans, et étalonné pour la mesure des hautes températures. Des blocs de charbon aggloméré très léger, calciné, et convenablement taillés, assurent un calorifugeage sommaire et protègent les parois de la chambre C.

On fait passer dans le bâtonnet un courant électrique d'intensité croissante jusqu'à rupture par volatilisation ou fusion du bâtonnet.

Des essais ont été faits depuis la pression atmosphérique jusqu'à 4000 kg/cm² d'argon.

Les premiers résultats de ces recherches sont les suivants :

1° La pression critique de fusion du carbone au point triple est voisine de 170 kg/cm² et la température critique voisine de 4000° K.

Au-dessous de cette pression le carbone se sublime sans fondre.

Au delà de cette pression le carbone peut exister sous les trois états solide, liquide et gazeux.

Lorsque la pression s'élève, des coulures de graphite de plus en plus compactes apparaissent à l'extrémité des parties rompues de la baguette.



Fig. 2. — Rognons de graphite fondu sous 4000 kg/cm² d'argon.

La figure 2 montre l'extrémité de baguettes de graphite pur qui a coulé sous 4000 kg/cm² d'argon.

2° Le point de fusion du carbone paraît s'abaisser lorsque la pression croît, toutefois la mesure précise de la température est rendue très difficile par les vapeurs et condensations de carbone entourant la zone de fusion et les courants de convection dans l'argon sous pression.

3° Nous avons mesuré une densité de 2,25 sur des particules de graphite fondu sous 4000 kg/cm².

Une modification de l'appareillage est en cours de réalisation pour permettre une mesure plus commode des températures et la détermination plus précise des constantes critiques données ci-dessus en première approximation.

ÉLECTRONIQUE. — *Température des électrons* T_e *dans une décharge en colonne positive à courant alternatif* (50 *périodes par seconde*). *Résultats pour le néon.* Note [1] de MM. **W. Uyterhoeven** et **C. Verburg**, présentée par M. Marcel Brillouin.

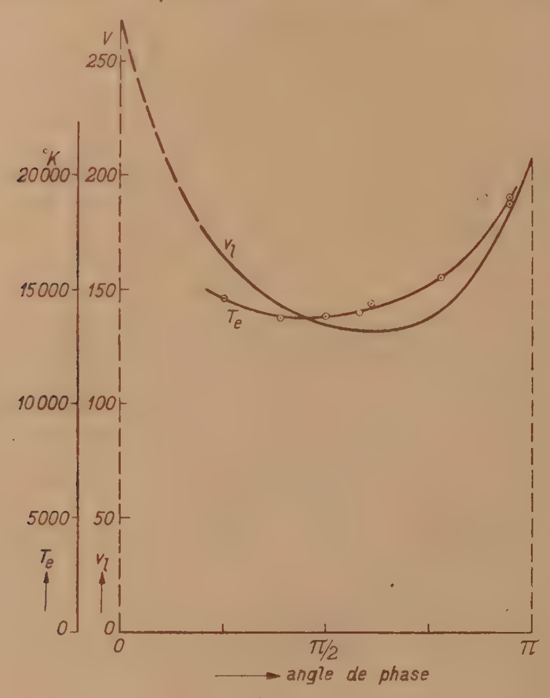
Nous avons décrit précédemment [2] une méthode permettant la détermination de T_e à chaque moment de la période. A cet effet on mesure la caractéristique du courant de sonde i_S en fonction de la différence de potentiel $(V_S - V_g)$ entre la sonde S et l'espace g de la décharge dans son voisinage. $(V_S - V_g)$ est la somme algébrique de trois composantes, la différence de potentiel entre espace et électrode principale, la chute de tension dans la résistance et la tension appliquée de la batterie. Choisissant un moment donné dans la période, on garde constante la première des trois composantes et les deux autres peuvent être mesurées. On peut donc déterminer pour un angle de phase quelconque la caractéristique courant-tension de la sonde. Les courbes obtenues ont la même forme que celles trouvées en courant continu. Le diagramme semi-logarithmique du courant d'électrons arrivant à la sonde contre la tension retardatrice $(V_S - V_g < 0)$ est rectiligne et permet la détermination de T_e. La figure donne les résultats de pareilles mesures exécutées pour différents angles de phase. La variation de T_e en fonction du temps est analogue à celle de la tension v_l aux bornes de la lampe, également indiquée sur la figure ci-après. Ce résultat était à prévoir, puisque la température des électrons,

---

(1) Séance du 9 janvier 1939.
(2) *Comptes rendus*, 207, 1938, p. 1386.

pour un diamètre du tube et une pression de gaz donnés, dépend en premier lieu du gradient de potentiel.

Dans l'étude des décharges en courant alternatif nous avons trouvé en outre que lorsque la pression n'est pas trop faible, la température des électrons n'est plus la même le long d'un rayon. Elle est maximum dans l'axe et diminue vers la paroi; par exemple, pour la décharge à laquelle se rapporte la figure, $T_e = 13800°K$. pour l'axe et $T_e = 11500°K$. près de la



Variation en fonction du temps de la température des électrons T_e (dans l'axe) et de la tension aux bornes v_l pour une décharge en courant alternatif (50 ∼) dans le néon, $p = 70^{mm}$, $D_1 = 13^{mm}$ (diamètre intérieur), $I_l = 0,625$ A et $V_l = 150$ V (valeurs effectives). Au début de la demi-période la tension v_l présente des variations rapides dues aux stries (partie pointillée). Aux deux électrodes principales se trouvent des décharges auxiliaires qui les réduisent autant que possible.

paroi pour un angle de phase $\pi/2$. A faible pression, environ 10^{mm} par exemple, cette différence n'existe plus.

Ce phénomène n'est pas dû à un effet d'inertie, c'est-à-dire au fait que le courant à la sonde ne peut suivre les variations rapides du courant alternatif dans la décharge. Nous avons éliminé cette interprétation possible,

en étudiant au moyen d'un oscillographe à rayons cathodiques, l'allure de la caractéristique de sonde pour des fréquences différentes du courant alternatif (jusque 500 périodes par seconde). En plus, nous avons utilisé la méthode décrite pour mesurer T_e dans une décharge analogue en courant continu. Elle fournit les mêmes résultats que la méthode classique et ne donne aucune variation de T_e avec la distance à l'axe.

Il reste à signaler un point. Dans les décharges utilisées il se présentait toujours une chute anodique variable et des stries mouvantes très régulières. Au moment où l'une de ces dernières passe au droit de la sonde la densité des ions et électrons, ainsi que T_e, subissent des variations rapides. Pour éliminer les deux effets indiqués, nous avons utilisé la méthode préconisée par Pupp [3], qui consiste à faire fonctionner près des électrodes principales des décharges auxiliaires sous forme d'arc à bas voltage. Celles-ci augmentent la densité des ions et électrons près des électrodes, diminuent de ce fait les variations de la chute anodique de potentiel et aussi l'intensité des stries. De cette façon il est possible de stabiliser la décharge de manière à obtenir des valeurs facilement reproductibles. La colonne positive ayant une longueur de 20^{cm}, n'est pas influencée par les changements des chutes anodique et cathodique que cette stabilisation entraîne.

IONISATION. — *Sur la formation des gros ions dans les gaz en fonction de la grosseur des particules en suspension.* Note de M. **Ouang Te-Tchao**, présentée par M. Paul Langevin.

I. Nous avons vérifié expérimentalement [1] qu'au moment de l'équilibre, la proportion des gros ions est indépendante de l'intensité du rayonnement ionisant, comme le prévoit la théorie de M. Langevin [2]. Cette proportion ne dépendant que de la grosseur des particules présentes dans le gaz, il était intéressant d'étudier expérimentalement la variation de la proportion des gros ions en fonction de la grosseur de ces particules.

II. Rappelons [3] qu'au moment de l'équilibre entre gros ions et petits

(3) Brevet néerlandais N° 22088 du 11 avril 1927. N. V. Philips Gloeilampenfabrieken, G. Holst; W. Pupp, *Physikal, Z.*, 33, 1932, p. 844-847.

(1) Ouang Te-Tchao et Mlle A.-M. Moulin, *Comptes rendus*, 206, 1938, p. 1464.

(2) *Bull. de la Soc. fr. de Phys.*, 4e fasc., 1905, p. 79.

(3) Ouang Te-Tchao et A. Langevin, *Comptes rendus*, 205, 1937, p. 1049.

ions, on a les relations

$$P = \frac{\alpha}{\beta}[M - (P + N)] \qquad \text{et} \qquad N = \frac{\alpha'}{\beta'}[M - (P + N)].$$

M, nombre des particules par centimètre cube; P et N, les gros ions positifs et négatifs respectivement; α, coefficient d'absorption des petits ions positifs par les particules neutres; α', étant le coefficient d'absorption des petits ions négatifs par les particules neutres; β et β', coefficients de recombinaison entre P, n (petit ion négatif) et N, p (petit ion positif).

Appelons X le rapport entre le nombre des gros ions positifs et celui des particules neutres et Y le rapport entre le nombre des gros ions négatifs et celui des particules neutres. Il vient

$$X = \frac{P}{M - (P + N)}, \qquad Y = \frac{N}{M - (P + N)}, \qquad XY = \frac{\alpha\alpha'}{\beta\beta'}.$$

Pour des raisons que nous avons indiquées dans une Note précédente (3), α et α' sont proportionnels aux mobilités k_1 et k_2, et β et β' sont proportionnels aux sommes $(k_1 + K)$ et $(k_2 + K)$. Par conséquent

$$XY = \frac{ct_1 k_1 k_2}{ct_2 (k_1 + K)(k_2 + K)}.$$

Puisque K, mobilité des gros ions, est négligeable par rapport à k_1 et k_2, on a

$$XY = \text{const.}$$

Le produit de ces deux proportions d'ions ne dépend plus de la grosseur de ceux-ci, si leur mobilité est négligeable par rapport aux mobilités des ions ordinaires.

III. Pour produire plusieurs groupes de particules en suspension dont la grosseur moyenne prenne des valeurs nettement différentes, nous avons choisi cinq sortes de fumées produites par la combustion de matières organiques différentes. La grosseur prédominante de chaque sorte de fumée a été mesurée par la méthode de la perte de poids (4). Les valeurs obtenues ont été ensuite contrôlées par la méthode du champ alternatif (5). Dans chaque expérience, nous avons déterminé la concentration M des particules par la méthode de numération (6). Ensuite nous avons déterminé les nombres de gros ions P et N en mesurant les charges de chaque signe

---

(4) OUANG TE-TCHAO, *Comptes rendus*, 204, 1937, p. 852.

(5) *Comptes rendus*, 206, 1938, p. 240, et *J. de Phys.*, 7e série, 9, 1938, p. 501.

(6) *Comptes rendus*, 203, 1936, p. 855.

portées par ceux-ci et en tenant compte du fait [1] que la charge des gros ions d'un rayon de l'ordre de 10^{-5} cm est égale à la charge élémentaire. Il était ainsi possible de calculer le produit XY.

Les résultats de nos expériences sont résumés ci-dessous.

Fumées dégagées de	Rayon $\times 10^5$ cm.	P/M.	N/M.	X.	Y.	XY.
Parfum Chinois	2,68	1/17,2	1/15,0	1/15,1	1/13,2	1/199,3
Parfum *Cantonais*	3,35	1/18,5	1/14,2	1/16,2	1/12,4	1/200,8
Produit antimoustique (gros)	4,98	1/18,1	1/14,5	1/15,9	1/12,7	1/201,9
Produit antimoustique (fin)	5,08	1/19,6	1/13,3	1/17,1	1/11,5	1/196,6
Parfum *Chrysanthème*	5,51	1/28,8	1/9,3	1/24,6	1/8,0	1/196,8

IV. *Conclusions*. — 1° Le produit des deux proportions de gros ions est sensiblement constant quelle que soit la grosseur de ceux-ci, en plein accord avec la théorie.

2° Le nombre des gros ions positifs est d'autant plus petit que leur grosseur est plus élevée.

3° Le nombre des gros ions négatifs est d'autant plus grand que leur grosseur est plus élevée.

4° Il semble qu'il n'existe pas de relation simple entre la grosseur et la proportion des ions.

SPECTROSCOPIE. — *Sur l'absorption de la vapeur de soufre dans le visible*. Note de Mlle **Nina Morguleff**, présentée par M. Charles Fabry.

Au cours de l'étude des spectres continus des molécules polyatomiques de soufre, nous avons obtenu des clichés sur lesquels les bandes d'absorption, situées dans le visible, apparaissent avec une grande netteté. Il a été possible de mesurer ces bandes avec une précision supérieure à celle qu'avaient atteinte précédemment Rosen et Neven [1], et cela nous a amené à réexaminer l'interprétation qu'ils avaient donnée de ces bandes. Ceci présentait un double intérêt : d'une part Rosen et Neven, tout en donnant plusieurs preuves en faveur de l'attribution de ces bandes au système principal de S_2, n'avaient pu, à cause de la faible précision de leurs mesures, écarter définitivement l'hypothèse, selon laquelle les bandes appartiennent à $S_x (x \neq 2)$. D'autre part, si l'hypothèse de Rosen et Neven

(1) *J. de Chim. Phys.*, 35, 1938, p. 58.

se confirmait, une mesure précise des bandes en question permettrait de localiser les perturbations des états supérieurs du système principal.

Les bandes étudiées ne présentant pas de têtes de bandes marquées, il nous a paru plus intéressant de mesurer la position des maxima d'absorption. Cette façon de procéder ne présente pas d'inconvénient grave pour la comparaison des résultats avec le schéma du système principal $^3\Sigma - {}^3\Sigma$ de S_2, car un calcul rigoureux de ce schéma n'est pas possible, les formules étant approximatives et les perturbations très importantes. Les résultats des mesures sont portés dans le tableau ci-dessous. D'après ce tableau, on voit que le schéma est essentiellement le même que celui donné par Rosen et Neven, toutefois le classement de quelques bandes est un peu différent. La constance des ΔG est suffisamment bonne pour permettre d'affirmer que le schéma de vibration des bandes, donné dans le tableau, est correct.

v''. v'...	13.		14.		15.		16.		17.		18.	$\Delta G''$.
19......	24113											
	597											597
20......	23517	334	23851									
	593		583									588
21......	22924	344	23268	324	23592	369	23961					
	573		578		574		577					575
22......	22351	339	22690	328	23018	366	23384	304	23688	351	24039	
					575				576		577	575
23......					22443				23112	350	23462	
									574			574
24......									22538			
$\Delta G'$.....		339		326		367		304		350		

La comparaison du tableau avec le schéma de S_2 montre que le seul moyen d'y introduire les bandes en question est de leur attribuer les fréquences v', v'' indiquées ci-dessus. Les valeurs de $\Delta G'$ pour $v' = 12$ à 18 et de $\Delta G'' = 19$ à 24 sont en moyenne légèrement inférieures à celles que fournit la formule de Naudé et Christy ([2]), modifiées par Fowler et Vaidya ([3]).

Les irrégularités dans la fonction $\Delta G''/v''$ doivent être probablement attribuées en grande partie au fait d'avoir mesuré les maxima au lieu des têtes de bandes et à la présence de bandes faibles (dites bandes A). Par

([2]) *Phys. Rev.*, 37, 1931, p. 903.

([3]) *Proc. Roy. Soc.*, A, 132, 1931, p. 310.

contre, les irrégularités dans la fonction $\Delta G'/v'$ sont trop grandes pour pouvoir être expliquées de la même manière. Il paraît évident que des perturbations très intenses interviennent et que les niveaux les plus perturbés sont les niveaux $v'=16$ et $v'=17$. On sait que c'est précisément pour ces deux niveaux que la seconde prédissociation du soufre est la plus marquée ([4]). Jusqu'à présent ces perturbations n'ont pu être étudiées ([5]) que d'après les observations faites sur les bandes de la série $v''=0$. Nos observations confirment l'existence de fortes perturbations du type vibratoire pour les fréquences v' élevées et permettent de les évaluer plus exactement qu'on ne l'avait fait jusqu'à maintenant.

OPTIQUE. — *Émission en bout des tubes à gaz luminescents. Rôle joué par les réflexions sur les parois.* Note de MM. **Paul Laîné** et **Roger Servant**, présentée par M. Aimé Cotton.

M. L. Dunoyer a calculé ([1]) le flux lumineux total émis en bout par un tube luminescent. Il ne tient pas compte dans ce calcul des réflexions sur les parois du tube. Or, il y a deux ans, nous avions entrepris une étude expérimentale (que nous avons dû interrompre) sur les meilleures dimensions à donner à la colonne lumineuse d'une lampe à gaz luminescent, et nous nous étions aperçu que dans ce cas les réflexions jouent un rôle important. Nous jugeons donc utile de signaler ici quelques-unes de nos observations.

Le rôle joué par les réflexions est bien mis en évidence par une expérience simple : Un tube de verre noirci extérieurement est fermé à ses extrémités par deux disques de carton percés d'un trou central très petit. On concentre sur l'un des trous la lumière d'un arc, la lumière sortant par l'autre dessine sur un écran une série d'anneaux ayant pour centre le point brillant correspondant au rayon direct passant par les deux trous. D'autres anneaux apparaissent si la surface extérieure n'est pas noircie.

Pour faire des déterminations quantitatives, sur le gain apporté par les réflexions, nous avions fait l'expérience suivante : Deux diaphragmes D_1 et D_2 (diamètre 8^{mm}) étaient placés à la distance l. Contre D_1 on avait placé

([4]) W. Lochte-Holtgreven, *Z. f. Phys.*, **103**, 1936, p. 395.
([5]) E. Olsson, Thèse. Octobre 1938.

([1]) *Comptes rendus*, **207**, 1938, p. 1095 et **208**, 1939, p. 93.

du côté de l'extérieur un écran opale vivement éclairé. D_1 figurait donc une *tranche* d'un tube lumineux dont D_2 aurait été la fenêtre de sortie. Derrière D_2 à une distance de 4^{cm} se trouvait une cellule au sélénium diaphragmée à 18^{mm}. Cette cellule était reliée directement à un galvanomètre dont la déviation δ renseignait sur la valeur du flux sortant de D_2 et compris dans l'espace déterminé par le diaphragme de la cellule et par D_2 (ouverture 1/4). On plaçait ensuite entre D_1 et D_2 un tube de pyrex (non noirci extérieurement) de longueur l et de diamètre intérieur 8^{mm}. On observait alors une déviation Δ bien supérieure, car le tube *canalisait* un flux plus important. Voici par exemple une série de mesures :

l cm	5	10	20	30	40	50	60	70
δ cm (sans tube)	13	3,2	0,7	0,35	0,2	0,15	0,1	0,06
Δ cm (avec tube)	44	28	14,5	9,6	7	5,3	4,1	3,5

Sauf dans le cas où il s'agit de tubes très courts, tels que ceux considérés à la fin par M. Dunoyer, cet appoint dû aux réflexions est important et il est nécessaire d'en tenir compte. On remarquera que, dans les mesures précédentes, nous n'avons pas utilisé le flux total mais seulement celui sortant dans un angle solide Ω et pouvant être capté par un condenseur.

Un raisonnement élémentaire, fait en tenant compte des réflexions, nous avait conduits à voir que, pour des tubes semblables dans le rapport k, le flux total émis en bout est proportionnel à k^3 et la brillance de l'extrémité du tube dans une direction donnée est proportionnelle à k, pourvu que le flux total émis par unité de volume de la colonne lumineuse reste le même et que l'absorption soit négligeable. Or, dans bien des questions de spectroscopie et de polarimétrie il importe surtout d'avoir des grandes brillances. On voit que, si le flux émis par unité de volume était proportionnel à la densité de courant ([2]), on pourrait pour augmenter la brillance en bout, soit multiplier la densité de courant par k, soit, cette densité restant constante, multiplier par k toutes les dimensions du tube. La première solution (tube étroit, grande densité de courant) s'imposerait car elle entraînerait une dépense d'énergie électrique moindre. En réalité le problème est plus complexe, car le flux émis par unité de volume (à pression constante et densité de courant donnée) dépend du diamètre du tube et la pression optima du gaz est elle-même fonction de ce diamètre ([3]).

([2]) D. Chalonge et M. Lambrey (*Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1104) ont trouvé que c'est à peu près le cas pour une lampe à hydrogène de dimensions données.

([3]) Cf. M. Laporte, dans *La photométrie des gaz ou vapeurs luminescents*, par MM. Ch. Fabry, M. Laporte, R. Jouaust, A. Blondel; Paris, 1936, p. 6.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la fusibilité des mélanges de sulfure et de carbonate de sodium purs anhydres.* Note de M. **Gaston Courtois**, présentée par M. Paul Lebeau.

L'étude de la fusibilité des mélanges de sulfure et de carbonate de sodium purs a été effectuée dans le vide de la trompe à mercure, dans des conditions comparables à celles décrites dans le cas du système SO^4Na^2-SNa^2 (1). Nous avons utilisé le même appareillage et le même mode opératoire en prenant toutes les précautions nécessaires pour faire la détermination des points de fusion sur des mélanges connus de carbonate et de sulfure de sodium purs et parfaitement anhydres.

Les résultats trouvés, qui ont servi à tracer la courbe de fusibilité, sont rassemblés dans le tableau suivant :

		Mélange SNa^2 (pour 100).										
	CO^3Na^2.	6.	15.	30.	38.	42,5.	50.	60.	70.	75.	82.	SNa^2
Na^2/CO^3Na^2 ...	–	0,09	0,24	0,58	0,83	1	1,56	2,03	3,17	4,06	6,2	
. F.	852	830	815	805	800	795	810	835	890	940	970-990	1180

Dans tous ces essais, on a constaté, à partir de 720°, une très faible baisse du manomètre, augmentant lentement par élévation de la température. Ce fait doit être attribué à un léger dégagement gazeux, en relation avec la dissociation du carbonate de sodium dans le vide, observation qui confirme les résultats obtenus par Lebeau (2).

Dans les expériences faites au-dessous de 835°, les volumes gazeux recueillis ont été inférieurs à 1^{cm^3}, la baisse du manomètre étant de 1 à $1^{mm},5$. Au-dessus de 835°, la dissociation s'accentue. Elle devient très nette à 940°, la dépression observée étant alors de 9^{mm}. Le mélange gazeux dégagé est de $4^{cm^3},7$; il est constitué essentiellement par de l'oxyde de carbone, renfermant une faible proportion de gaz carbonique et d'oxysulfure de carbone résultant de l'action du gaz carbonique ayant pris naissance sur le sulfure de sodium. Ces réactions secondaires sont extrêmement faibles et ne peuvent entraîner aucune cause d'erreur sensible dans nos déterminations.

Comme dans le cas des mélanges SO^4Na^2-SNa^2, les résultats donnés

(1) G. Courtois, *Comptes rendus*, **208**, 1939, p. 199.
(2) *Comptes rendus*, **137**, 1903, p. 1255.

plus haut ne peuvent apporter une connaissance exacte de la courbe de fusibilité. Cependant ils paraissent suffisants pour permettre de conclure qu'il s'agit d'un système binaire possédant un eutectique fusible vers 795°, ayant une composition voisine du mélange équimoléculaire à 42,5 pour 100 de sulfure de sodium.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Influence de la trempe sur la densité des verres boro-sodiques.* Note [1] de M. **Marc Foëx**, présentée par M. Paul Lebeau.

La trempe communique au verre des propriétés spéciales et modifie leurs différentes constantes physiques. Les densités, en particulier, sont abaissées.

Rencker [2] a étudié la trempe de l'anhydride borique vitreux. En ce qui concerne les densités des verres boro-sodiques, citons les travaux de Jenckel [3] et de Wulff et Majundar [4].

Les verres formés par mélanges de borax calciné ($2B^2O^3$-Na^2O) et d'anhydride borique ou de carbonate de soude, sont fondus à 1100°, sous la pression atmosphérique, en creuset de platine, puis coulés dans un creuset de nickel à la température ambiante. Les opérations sont toujours effectuées rigoureusement de la même manière. Par pesée on peut se rendre compte que les départs de matière (B^2O^3 ou Na^2O) sont très faibles, et en tout cas inférieurs à ce que l'analyse du verre, effectuée par ailleurs, permet de déceler.

Après mesure des densités dans le xylène par la méthode de poussée, il est procédé au recuit des verres. Ceux-ci sont portés à une température supérieure d'une cinquantaine de degrés au moins à celle de leur point de transformation respectif [3], [5]. Après un séjour d'une semaine à cette température maximum, les verres sont refroidis lentement avec une vitesse de 0°,8 à l'heure environ. Il a été vérifié dans chaque cas qu'un recuit ultérieur, suivi de refroidissement lent, ne modifiait plus la densité et que l'état d'équilibre était atteint.

---

(1) Séance du 16 janvier 1939.
(2) *Comptes rendus*, 205, 1937, p. 980 et 1396.
(3) *Z. Elektrochem.*, 41, 1935, p. 211.
(4) *Z. Phys. Chem.*, B, 31, 1936, p. 319.
(5) Samsoen, *Ann. de Phys.*, 9, 1928, p. 35.

A.....	0	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20
B.....	1,8633	1,9153	1,9637	2,0070	2,0437	2,0742	2,1001	2,1226	2,1446
C.....	0,0510	0,0465	0,0427	0,0389	0,0349	0,0311	0,0274	0,0239	0,0214
A.....	22,5	23,75	25	26,25	27,5	30	32,5	33,33	35
B.....	2,1672	2,1785	2,1909	2,2028	2,2148	2,2376	2,2631	2,2721	2,2885
C.....	0,0192	0,0182	0,0172	0,0162	0,0152	0,0133	0,0135	0,0137	0,0139
A.....	37,5	40	42,5	45	47,5	50	52,5	55	
B.....	2,3103	2,3290	2,3450	2,3587	2,3699	2,3778	2,3840	2,3898	
C.....	0,0138	0,0138	0,0139	0,0141	0,0145	0,0137	0,0135	0,0140	

A, composition des verres en molécules pour 100^{mol} de B^2O^3.
B, densité des verres normaux (recuits). — C, diminution de densité obtenue par trempe.

J'ai représenté (*fig.* 1) l'accroissement relatif de volume spécifique des

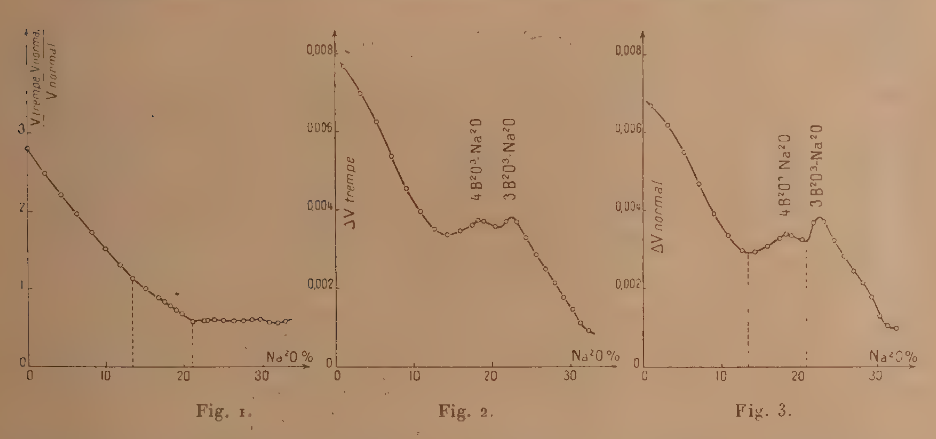


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

différents verres, après trempe, en fonction de la teneur en alcali de ces verres. C'est l'anhydride borique pur qui subit la plus forte variation de volume par trempe (2,82 pour 100). Cette différence décroît ensuite avec la quantité d'alcali jusqu'au verre contenant 21 pour 100 de Na^2O, puis reste à peu près constante.

Sur les figures 2 et 3 sont portés les accroissements moyens des volumes spécifiques des verres trempés (*fig.* 2) et normaux (*fig.* 3). Ces accroissements étant pris entre deux résultats consécutifs, pour une augmentation de la teneur en alcali de 1 pour 100.

Ces courbes présentent deux maxima pour des compositions très voisines de celles des composés $4B^2O^3$-Na^2O et $3B^2O^3$-Na^2O connus à l'état cristallisé [6]. Un troisième composé $2B^2O^3$-Na^2O n'est pas indiqué de cette façon, mais il lui correspond une anomalie des différentes courbes.

(6) JENCKEL, *Z. anorg. Chem.*, **227**, 1936, p. 214.

Ceci semble bien indiquer la présence de molécules des borates précédents dans les verres boro-sodiques.

D'autre part, les deux maxima de la courbe du verre normal ont lieu pour les mêmes compositions que les deux changements brusques de direction obtenus sur la courbe de la figure 1, pour des compositions voisines de $6B^2O^3$-Na^2O et $10B^2O^3$-$3Na^2O$. Ces derniers verres seraient peut-être formés par des mélanges en proportions simples des composés signalés précédemment soit 2 (B^2O^3) — 1 ($4B^2O^3$-Na^2O) et 1 ($4B^2O^3$-Na^2O) — 2 ($3B^2O^3$-Na^2O).

Enfin on remarque que les diverses particularités, spécialement le maximum $3B^2O^3$-Na^2O, de la courbe du verre trempé (*fig.* 2) sont beaucoup moins accentuées que celles obtenues avec le verre normal (*fig.* 3). Il est, d'après cela, permis de penser que l'organisation moléculaire des verres normaux est différente de celle des verres trempés. Si l'on suppose en particulier une dissociation des borates à haute température, la trempe aurait pour effet de maintenir les verres boro-sodiques dans un état métastable, caractérisé par une certaine proportion de molécules dissociées. Le nombre de ces molécules diminuerait par recuit et refroidissement lent, en donnant l'état d'équilibre à la température ordinaire.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la corrosion des assemblages soudés d'alliages légers.* Note de MM. **Jean Cournot** et **Marc Baudrand**, présentée par M. Léon Guillet.

Cette étude est la suite de celle déjà exécutée à la demande du Service des Recherches de l'Aéronautique, sur les assemblages rivés d'alliages légers ([1]).

Les mêmes alliages ont été utilisés : alliage léger spécial à haute résistance au nickel et au chrome, même alliage plaqué à l'aluminium pur, alliage léger au magnésium; les assemblages ont été exécutés :

1° par soudure électrique par résistance, par points;

2° par soudure oxyacétylénique, les apports étant l'aluminium pur, l'alliage léger à haute résistance, l'alliage léger au magnésium; des assemblages ont été laissés à l'état brut de soudure; d'autres ont été régénérés; la corrosion a consisté en une immersion totale de 1680 heures dans l'eau de mer artificielle; les essais ont porté sur : la charge de rupture du joint, la perte totale de poids de l'assemblage.

([1]) *Comptes rendus*, 203, 1936, p. 1359, et 204, 1937, p. 1564.

Les résultats peuvent se grouper dans les tableaux ci-après.

1° *Soudure électrique par points.*

Assemblage.	Régénération.	Résultat de traction sur 2 points.	Perte de poids (mg/m²/h).	Observations.
Alliage HR et alliage HR	sans	330	2,75	Auréoles d'alumine autour des points.
	avec	345	2,07	Attaque homogène sur tout l'assemblage.
Alliage HR plaqué Al et alliage HR plaqué Al	sans	320	2,12	Attaque homogène sur les tôles assemblées.
	avec	380	1,98	
Alliage léger Mg et alliage léger Mg	sans	287	2,32	Corrosion spécialement active au joint.
Alliage HR et alliage léger Mg	sans	306	4,72	Attaque préférentielle sur l'alliage léger au Mg.
	avec	315	4,22	

Ces résultats sont tout à fait comparables à ceux obtenus dans des conditions analogues sur assemblages rivés; d'une manière générale, la corrosion est la plus active au joint, surtout sans régénération.

2° *Soudure oxyacétylénique.*

Assemblage.	Apport.	Régénération.	Traction (R/mm²).	Perte de poids (mg/m²/h).	Observations.
Alliage HR et alliage HR	Al pur	sans	17,8	5,59	Attaque privilégiée du cordon, plus accentuée sans régénér.
	»	avec	15,4	5,33	
	alliage HR	sans	29,6	4,38	Attaque privilégiée du voisinage de la soudure sans régénération, du cordon après régén.
	»	avec	34,5	3,61	
Alliage HR plaqué Al et alliage HR plaqué Al	Al pur	sans	21,6	5,51	Attaque localisée sur le cordon.
	»	avec	26,1	5,89	
	alliage HR	sans	30,1	3,12	Attaque privilégiée et homogène des tôles
	»	avec	36,4	2,87	
Alliage léger Mg et alliage léger Mg	all. léger Mg	sans	37,8	6,28	Attaque active du cordon.
Alliage HR et alliage léger Mg	alliage HR	sans	24,5	5,76	Attaque active de l'alliage léger au Mg près du cordon.
	»	avec	39,7	4,78	
	all. léger Mg	sans	33,6	7,09	Même observation et attaque active du cordon.
	»	avec	32,4	5,80	

Les meilleurs résultats d'ensemble sont donnés par l'alliage léger HR, avec ou sans plaquage d'Al, soudé par apport d'alliage HR, et après régénération : les résultats sur alliage plaqué Al ne sont pas très concluants, la mince couche d'Al étant localement détériorée.

En conclusions : La tenue à la corrosion des tôles assemblées est meilleure pour la soudure par points, surtout si l'on peut protéger assez massivement le joint : l'intérêt de la régénération, quand elle est possible, est incontestable ; et l'on retrouve encore la grande nocivité, pour l'alliage léger au magnésium, du contact avec l'alliage léger à haute résistance, plaqué ou non d'aluminium pur.

CHIMIE MINÉRALE. — *La cristallisation spontanée et la vitesse de cristallisation de l'eau et de l'eau lourde.* Note (¹) de MM. **Jean Timmermans**, **Jean de Rooster** et **Jean Michel**, présentée par M. Marcel Delépine.

Cette Note est la suite de plusieurs autres (²) relatives à diverses propriétés de l'eau ordinaire et de l'eau lourde.

Dans nos recherches sur la cristallisation spontanée de l'eau, nous avons comparé l'étendue du domaine de la surfusion d'échantillons, filtrés ou non sur filtre Iéna G_5, d'eau bi- ou tridistillée ; les tubes scellés contenant les échantillons étaient, les uns maintenus au repos et placés dans un thermostat, les autres violemment agités par un moteur. L'agitation a pour effet une notable diminution du pouvoir de surfusion qui de 10° est souvent réduit à 1° ; quant à la filtration, elle n'étend guère le champ de la surfusion. Nous avons également évalué la durée de la surfusion en plongeant brusquement les tubes dans des bains froids ; cette durée tend à s'annuler en dessous de — 30° et augmente au contraire très rapidement, quand la surfusion ne dépasse pas une dizaine de degrés. Une chauffe prolongée des échantillons a généralement pour conséquence d'augmenter l'aptitude à la surfusion. Cet ensemble de résultats s'interprète aisément si l'on accepte l'hypothèse que la cristallisation commence autour de germes minuscules de substances solides étrangères en suspension : telle est d'ailleurs également la conclusion d'un récent article de N. E. Dorsey (³).

(¹) Séance du 16 janvier 1939.

(²) *Comptes rendus*, **200**, 1935, p. 1661 ; **201**, 1935, p. 524 et 908 ; **202**, 1936, p. 1061 ; **204**, 1937, p. 1804.

(³) *J. of Research, Nat. Bur. of Stands.*, **20**, 1938, p. 799.

L'eau lourde fournit des résultats tout à fait parallèles à ceux de l'eau ordinaire.

La capacité de surfusion relativement faible de l'eau et de l'eau lourde ne permet pas d'exécuter des mesures de vitesse de cristallisation (V. C.) jusqu'à la température où celle-ci atteint sa valeur maximum. Nous ne pouvons donc faire de comparaison à ce point de vue qu'en opérant à équidistance de la température de fusion; ce procédé nous a permis d'obtenir des résultats intéressants, résumés dans le tableau suivant (mesures exécutées dans un tube de 1^{mm} de diamètre intérieur et de 20^{cm} de long).

	Eau			Eau		
	ordinaire.	lourde 51 %.	lourde 95 %.	ordinaire.	lourde 51 %.	lourde 95 %.
Temp. de fusion	0°	+ 1°,95	+ 3°,75	0°	+ 1°,95	+ 3°,75
Degrés de surfusion...	6°	6°	6°	8°	8°	8°
Temp. de l'expérience.	− 6°,0	− 4°,05	− 2°,25	− 8°	− 6°,05	− 4°,25
V. C. en mm/min....	217	217	217	337	337	337

On constate donc qu'à des températures également éloignées de la température de congélation, les vitesses de cristallisation sont rigoureusement identiques; ceci confirme l'analogie des propriétés de l'eau ordinaire et de l'eau lourde, qui permet à ces deux corps de former une série continue de cristaux mixtes. Une règle aussi simple n'avait pas encore été découverte à notre connaissance, dans l'étude d'autres séries de cristaux mixtes.

Remarquons encore que les vitesses de cristallisation sont supérieures à celles indiquées par Tammann ([4]), aussi bien pour l'eau que pour l'eau lourde; pour l'eau ordinaire nos résultats confirment les données de Walton ([5]), mais sont inférieurs à ceux de Hartmann ([6]), qui paraissent entachés d'une erreur systématique.

([4]) G. Tammann et A. Büchner, *Z. anorg. Chem.*, 222, 1935, p. 12.
([5]) J. H. Walton et A. Braun, *J. Amer. Chem. Soc.*, 38, 1916, p. 319.
([6]) *Z. anorg. Chem.*, 88, 1914, p. 128.

CHIMIE MINÉRALE. — *Stabilité du sulfate manganique dans des solutions aqueuses d'acide sulfurique.* Note de M. **Louis Domange**, présentée par M. Paul Lebeau.

Le sulfate manganique (sulfate de manganèse III), dont la préparation est décrite par plusieurs auteurs (¹), (²), (³), se présente en lamelles carrées de couleur vert foncé, solubles dans l'acide sulfurique relativement concentré.

La dilution progressive de la solution sulfurique fait apparaître des cristaux bruns hexagonaux auxquels Franke (²) attribue la formule $(SO^4)^3Mn^2.SO^4H^2.4OH^2$. Ce sel brun s'hydrolyse ensuite par un nouvel accroissement de la dilution. Nous sommes parvenu, de plusieurs manières, à préciser les limites de stabilité de ces deux sels.

Dans une série de flacons contenant des solutions connues d'acide sulfurique à teneurs décroissantes, nous introduisons une petite quantité de sulfate manganique anhydre. Le sulfate se dissout lentement jusqu'à saturation. Nous agitons plusieurs fois par jour jusqu'à ce que l'équilibre soit réalisé (15 jours au moins). Le poids de sulfate mis en expérience étant très faible par rapport au poids total, on peut admettre que la concentration de l'acide sulfurique n'a pas sensiblement varié. Les flacons sont conservés à une température de 16° C.

Il est possible de déterminer très simplement la dilution qui correspond à la transformation. En effet les deux sels se présentent sous des formes cristallines extrêmement différentes. Il est par suite facile d'observer au microscope l'apparition de quelques cristaux bruns au milieu du sel vert. Ce procédé nous donne, avant d'atteindre l'équilibre, une valeur approximative de la concentration cherchée. Les premiers cristaux bruns apparaissent dans le flacon qui contient une solution d'acide sulfurique à 75,3 pour 100 en poids.

D'autre part des mesures au comparateur photoélectrique pemettent de représenter par un graphique les variations d'intensité de coloration des solutions préparées. La courbe qui traduit le phénomène possède un point anguleux extrêmement net à 75,2 pour 100.

(¹) Carius, *Ann. Chem. Pharm. Lieb.*, **98**, 1856, p. 53.
(²) Franke, *J. prakt. Chem.*, 36, 2ᵉ série, 1887, p. 451.
(³) L. Domange, *Bull. Soc. Chim.*, 4ᵉ série, **1**, 1937, p. 594.

De plus le pouvoir oxydant des solutions saturées, exprimé en grammes d'oxygène, permet de calculer la solubilité du sulfate: la représentation graphique de la solubilité montre un point singulier à 75,2 pour 100.

On peut donc fixer la limite inférieure de stabilité du sulfate manganique à $75,25 \pm 0,1$ pour 100.

La courbe de solubilité qui correspond au sel brun hydraté accuse un minimum pour 70 pour 100; elle croît ensuite très rapidement avec la dilution jusqu'à ce que cette dernière atteigne environ 52 pour 100, valeur pour laquelle le sel sulfate se détruit entièrement par hydrolyse.

Une analyse nous permet de comparer le sel brun au sel précédemment décrit par Franke. Par une chauffe dans le vide à 200° C., nous vérifions l'existence de la molécule d'acide sulfurique indiquée, mais nous trouvons 6^mol d'eau : $(SO^4)^3 Mn^2 . SO^4H^2 . 6OH^2$.

On prépare le sel brun dans les meilleures conditions possibles en mettant du sulfate anhydre dans une solution d'acide sulfurique à 70 pour 100 (minimum de solubilité). Le sulfate est ensuite lavé à l'acétone et à l'éther anhydres, puis séché dans le vide à la température ordinaire.

En résumé, au cours de cette étude, d'une part nous avons déterminé les limites de stabilité du sulfate anhydre et du sulfate hydraté, d'autre part nous avons isolé et caractérisé un produit bien défini : le sulfate hydraté. Ce sel paraît identique au composé décrit par Franke, dans lequel cet auteur n'a trouvé que 4^mol d'eau.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du bromure d'éthylmagnésium sur l'éthylanilide butyrique*. Note [1] de Mlles **Marthe Montagne** et **Yvonne Isambert**, présentée par M. Marcel Delépine.

Nous avons indiqué antérieurement [2] que la condensation de l'éthylanilide butyrique avec le bromure d'éthylmagnésium conduit à deux produits principaux : le diéthylpropylcarbinol et l'éthylanilide d'un acide β-hydroxylé en C^{10} : l'éthylanilide α-éthyl β-éthyl β-hydroxyhexanoïque. La présente Note a pour objet d'expliquer la formation de ce dernier corps. Le diéthylpropylcarbinol provient, on l'a vu déjà [2], du fait qu'il apparaît de l'éthylpropylcétone dans le milieu réactionnel, avant toute hydrolyse, par suite de la dissociation du complexe initial.

---

[1] Séance du 9 janvier 1939.

[2] *Comptes rendus*, 201, 1936, p. 331.

La réaction de l'éthylanilide butyrique avec le bromure d'éthylmagnésium est toujours accompagnée d'un important dégagement gazeux d'éthane. A la suite de nombreuses observations analogues, l'une de nous [3] formula l'hypothèse d'une énolisation de la fonction N-dialcoylamide sous l'influence du réactif de Grignard, hypothèse qui postule l'existence d'un atome d'hydrogène mobile sur le groupe — CH^2 — en α de la fonction amide.

En étudiant le comportement de l'éthylanilide butyrique nous avons été amenées à modifier quelque peu cette conception. Tout se passe, en réalité, comme si l'éthylanilide butyrique était transformée par le bromure d'éthylmagnésium, en un véritable dérivé bromomagnésien : l'hydrogène mobile en α du groupe amidique étant *remplacé* par le reste —MgBr. Le nouveau réactif qui apparaît ainsi se condense avec une partie de l'éthylpropylcétone, libérée comme nous l'avons indiqué plus haut; le produit résultant est, après hydrolyse, l'éthylanilide α-éthyl β-éthyl β-hydroxyhexanoïque :

$$
\text{(I)}\quad \left\{
\begin{array}{l}
C^2H^5{-}CH^2{-}CO{-}N(C^6H^5)(C^2H^5) + C^2H^5MgBr \\
\quad \rightarrow C^2H^6 + C^2H^5{-}CHMgBr{-}CO{-}N(C^6H^5)(C^2H^5) \\
C^2H^5{-}CHMgBr{-}CO{-}N{<}^{C^6H^5}_{C^2H^5} + C^3H^7{-}CO{-}C^2H^5 \\
\quad \rightarrow C^3H^7{-}\underset{C^2H^5\ \ OMgBr}{C}{-}CH(C^2H^5){-}CO{-}N{<}^{C^6H^5}_{C^2H^5}
\end{array}
\right.
$$

Il ne nous paraît pas possible d'admettre que l'éthylanilide β-hydroxylée dérive d'une éthylanilide β-cétonique intermédiaire : l'éthylanilide α-butyrylbutyrique, qui aurait été formée par la condensation de deux molécules de l'éthylanilide butyrique, sous l'influence du réactif de Grignard. On sait qu'une telle condensation a été observée par l'une de nous dans la série acétique [3]. Dans cette hypothèse l'éthylanilide α-butyrylbutyrique, qui n'existe en aucune façon dans les produits de la condensation magnésienne, aurait dû être *intégralement* transformée en éthylanilide β-hydroxylée, suivant le schéma (II)

$$
\text{(II)}\quad 2\,C^3H^7{-}CO{-}N{<}^{C^6H^5}_{C^2H^5} \rightarrow C^3H^7{-}CO{-}\underset{C^2H^5}{CH}{-}CO{-}N{<}^{C^6H^5}_{C^2H^5}
$$

$$
\rightarrow C^3H^7{-}\underset{C^2H^5\ \ OH}{C}{-}\underset{C^2H^5}{CH}{-}CO{-}N{<}^{C^6H^5}_{C^2H^5}
$$

(3) M. Montagne, *Ann. de Chimie*, 10e série, 13, 1930, p. 45; *Comptes rendus*, 192, 1931, p. 1111.

L'expérience a montré, au contraire, que l'éthylanilide α-butyrylbutyrique n'est que partiellement transformée en éthylanilide β-hydroxylée par l'action d'un grand excès de bromure d'éthylmagnésium. On obtient un mélange liquide, inséparable par distillation sous pression réduite; mais, si l'on chauffe sous pression ordinaire, l'éthylanilide β-hydroxylée est dédoublée en éthylpropylcétone et éthylanilide butyrique; l'éthylanilide β-cétonique, inaltérée, peut alors être transformée en semicarbazone. D'autre part, l'hydrolyse bromhydrique du mélange liquide fait apparaître, à côté des corps, déjà signalés ([2]), qui dérivent de l'éthylanilide β-hydroxylée, une proportion importante de butyrone qui correspond à l'hydrolyse de l'amide β-cétonique.

Ivanoff et Spassof ([4]) ont observé, entre l'acide phénylacétique et les dérivés organomagnésiens, des réactions tout à fait analogues à celles que nous représentons par le schéma I ci-dessus. Il est remarquable que l'éthylanilide butyrique puisse être comparée, en ce qui concerne les condensations magnésiennes, à l'acide phénylacétique dont le groupement méthylénique possède des propriétés acides bien connues.

Il nous paraît probable que d'autres réactions anormales des amides N-dialcoylées avec les dérivés organomagnésiens, en particulier la condensation des amides acétiques en amides acétylacétiques, pourront être expliquées de façon analogue.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les réactions secondaires observées au cours de la condensation des organomagnésiens avec les phénylhydrazones.* Note de M. **Panos Grammaticakis**, transmise par M. Marcel Delépine.

J'ai montré ([1]) que, par l'action des organomagnésiens mixtes sur les phénylhydrazones des aldéhydes, on obtient, à côté du produit d'addition normal de la réaction, comme principaux produits secondaires, des cétones Ar.CO.R(I) et de l'aniline en quantités équimoléculaires et, en petites quantités, des aniles et des phénylhydrazones de ces mêmes cétones. De plus, j'avais fait observer que le mécanisme, proposé par Busch et Rink, pour expliquer la formation des cétones et de l'aniline à partir des alcoylphénylhydrazines symétriques (A) ne doit pas être exact.

([4]) *Bull. Soc. Chim.*, 49, 1931, p. 371.

([1]) *Comptes rendus*, 202, 1936, p. 1289.

Effectivement, un traitement convenable [2] des phénylhydrazones par les organomagnésiens permet d'obtenir les cétimines correspondant aux cétones (I), au lieu de ces cétones, et l'aniline. La formation des imines [3] et de l'aniline à partir des alcoylphénylhydrazines symétriques (A), conditionnée par la température, la nature du magnésien et celle de l'alcoylphénylhydrazine, peut être représentée par le schéma

$$\text{(II)} \qquad \underset{\text{(A)}}{\genfrac{}{}{0pt}{}{Ar}{R}\!\!>\!CH.NH.NH.C^6H^5} \rightarrow \genfrac{}{}{0pt}{}{Ar}{R}\!\!>\!C = NH + NH^2.C^6H^5$$

En effet la condensation du bromure de phénylmagnésium avec les phénylhydrazones des benzaldéhyde, *p*-méthylbenzaldéhyde et *p*-méthoxybenzaldéhyde fournit, comme principaux produits secondaires, à côté de l'aniline, respectivement les imines des benzophénone, *p*-méthylbenzophénone et *p*-méthoxybenzophénone.

Les imines des *p*-méthylbenzophénone et *p*-méthoxybenzophénone s'obtiennent également lors du traitement de la phénylhydrazone du benzaldéhyde par le bromure du *p*-méthylphénylmagnésium et le bromure du *p*-méthoxyphénylmagnésium.

L'action du bromure d'éthylmagnésium sur les phénylhydrazones des benzaldéhyde, *p*-méthylbenzaldéhyde et *p*-méthoxybenzaldéhyde fournit, à côté de l'aniline, respectivement les imines de la propiophénone, de la *p*-méthylpropiophénone et de la *p*-méthoxypropiophénone.

Les mêmes imines sont obtenues en traitant la phénylhydrazone de l'aldéhyde propylique respectivement par le bromure de phénylmagnésium et le bromure du *p*-méthoxyphénylmagnésium.

La condensation de la phénylhydrazone du benzaldéhyde avec l'iodure de méthylmagnésium fournit l'imine de l'acétophénone et l'aniline.

En ce qui concerne la formation des aniles, elle peut être expliquée par la condensation des cétimines avec l'aniline.

Je dois souligner enfin l'intérêt que présente la formation effective des imines à partir des dérivés symétriques de la phénylhydrazine [4] (phénylhydrazones des cétones, alcoylphénylhydrazines) pour les mécanismes de

---

(2) Ce traitement consiste à éviter l'hydrolyse des cétimines formées.

(3) Les imines ont été identifiées par leurs constantes physiques, leurs produits d'hydrolyse et leurs phénylurées.

(4) P. Grammaticakis, *Comptes rendus*, 206, 1938, p. 1307.

la transformation des phénylhydrazones en dérivés de l'indol, proposés par Reddelien (5) et Wieland (6), sans toutefois que ces mécanismes soient en complet accord avec les faits expérimentaux (7).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la préparation de quelques alcoxy- et arylalcoxyéthanols et homologues supérieurs.* Note de MM. **Léon Palfray**, **Sébastien Sabetay** et **Alexandre Halasz**, transmise par M. Marcel Delépine.

A part les éthers-oxydes, à bas poids moléculaire, du glycol, employés comme solvants et quelques termes, où R (alcoyl ou arylalcoyl) $> C^{10}$, décrits sommairement dans des brevets concernant les agents émulsionnants, peu d'alcools de ce type ont été préparés jusqu'ici.

Le benzyloxyéthanol a été obtenu par S. Danilow et Drachnitzine (1) et le benzyloxypropanol par C. L. Butler, A. G. Renfrew et H. Clapp (2) par action du glycolate monopotassique sur le chlorure de benzyle. Seul le benzyloxyéthanol a été décrit d'une façon complète. Le benzyloxybutanol-2 ainsi que le méthyl-1 heptoxy-1 butanol-2 et le cyclohexoxy-1 butanol-2 ont été préparés par l'un de nous (3) par action des magnésiens sur les aldéhydes à fonction éther-oxyde. Enfin le benzyloxybutanol-4 a été obtenu par réduction Bouveault et Blanc de l'ester éthylique de l'acide correspondant, et décrit par G. Mc Bennet et A. L. Stock (4).

Nous nous sommes proposé de faire une étude plus complète de cette série en l'étendant systématiquement aux dérivés alcoxylés et arylalcoxylés de l'éthanol et de ses homologues supérieurs.

Nous avons eu recours à des méthodes variées, car aucune d'entre elles

---

(5) *Liebig's Ann.*, 388, 1912, p. 179.

(6) *Die Hydrazine*, p. 124.

(7) Bodforss, *Ber. d. Chem. Ges.*, 58, 1925, p. 776.

(1) *Rev. Gen. Mat. Plast.*, 10, 1934, p. 364. Ils donnent $E_{13.6}$ 134-135, n_D^{20} 1,5225, d_{20}^{20} 1,073, en bon accord avec nous.

(2) *J. Am. Chem. Soc.*, 60, 1938, p. 1472.

(3) L. Palfray et M. Rotbart, *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 2183.

(4) *J. Chem. Soc.*, 130, 1927, p. 472-476. A noter que cette même réaction, appliquée à l'oxyester $C^6H^5(CH^2)^3O-CH^2COOC^2H^5$, ne nous a pas donné l'alcool correspondant. Il y a eu coupure, par hydrogénation, de la fonction éther-oxyde en β.

n'est assez générale pour être applicable dans les divers cas particuliers. Voici les principales [5] :

1° Condensation de l'oxyde d'éthylène sur un alcool, en milieu acide. Cette méthode convient particulièrement lorsque l'alcool est abondant ou aussi lorsqu'il est sensible aux agents alcalins de déshydratation. Nous l'avons employée pour obtenir le phénéthoxyéthanol, car, en milieu alcalin, l'alcool phényléthylique primaire se déshydrate pour donner le styrolène.

2° Action d'un chlorure d'alcoyle sur le dérivé monopotassique du glycol en présence d'un large excès de glycol. On chauffe pendant plusieurs heures, tout en agitant mécaniquement. Les rendements sont de l'ordre de 75 à 90 pour 100. Cette méthode est applicable pour l'obtention des arylalcoxyéthanols, sauf toutefois les phénéthoxyéthanols, car en milieu alcalin, le chlorure de phényléthyle perd ClH et donne le styrolène (dans ce cas on a eu recours à la méthode à l'oxyde d'éthylène).

Par ailleurs, cette méthode au glycolate est utilisable dans le cas des alcools gras lourds ; mais les chlorures et même les bromures sont trop inertes. Il faut utiliser les iodures et, même alors, il faut chauffer à 300°, à l'autoclave. Et même avec les iodures, les rendements sont inférieurs à ceux que donnent les halogénures arylaliphatiques. Nous ne nous arrêterons pas ici aux détails opératoires, qui seront exposés ailleurs. Mais nous avons tenu à compléter l'étude des alcoxyalcools obtenus jusqu'à présent par celle d'un certain nombre d'esters et d'éther-oxydes qui en dérivent, comme aussi à les caractériser par leurs allophanates.

D'autre part ces alcools doivent nous servir à la préparation des aldéhydes correspondants $R—O—CH^2—CHO$, car les méthodes actuellement existantes pour l'obtention de ces dernières (hydrolyse des acétals, oxydation des α-éthers-oxydes du glycérol par le tétraacétate de Pb ou par le périodate de K) ne sont pas généralement applicables aux cas que nous visons.

Nous présentons, sous forme de tableau, les constantes de nos alcoxyalcools et de leurs principaux dérivés.

---

[5] Nous nous sommes inspirés des techniques les plus récemment publiées, nous réservant de donner plus tard une bibliographie plus complète.

	E.		d.		n_D.		R_D Trouvé.	R_D Calculé.
$C^6H^5CH^2—O—CH^2—CH^2—OH$	E_{17}	136-137°	d_4^{20}	1,0640	n_D^{20}	1,5233	43,63	43,33
Formiate	E_{21}	150	d_4^{20}	1,0010	n_D^{16}	1,5050	48,70	48,08
Acétate	E_{15}	145-146	d_4^{18}	1,0723	n_D^{17}	1,4979	52,80	52,58
Éther butylique	E_{15}	139-140	d_4^{17}	1,0065	n_D^{18}	1,5030	61,03	61,07
Allophanate	F.	156						
$C^6H^5CH^2CH^2—O—CH^2CH^2—OH$ ...	E_{15}	140-142	d_4^{16}	1,0444	n_D^{16}	1,5179	48,16	47,95
Acétate	E_{18}	159-160	d_4^{17}	1,0611	n_D^{16}	1,4987	57,56	57,31
Allophanate	F.	150						
$C^6H^5(CH^2)^3—O—(CH^2)^2OH$	E_{18}	154-155	d_4^{24}	1,0179	n_D^{20}	1,5140	52,86	52,57
Acétate	E_{18}	170	d_4^{17}	1,0370	n_D^{17}	1,4941	62,37	61,93
Allophanate	F.	131,5						
$C^6H^5CH^2O—(CH^2)^3OH$	E_{20}	155-157	d_4^{18}	1,0484	n_D^{17}	1,5200	48,32	47,95
Acétate	E_{16}	154-156	d_4^{18}	1,0503	n_D^{19}	1,4918	57,47	57,71
Éther butylique	E_{32}	160-162	d_4^{18}	0,9721	$n_D^{18,5}$	1,4945	66,60	66,54
Allophanate	F.	119						
$C^6H^5(CH^2)^3—O—(CH^2)^3OH$	E_{20}	160	d_4^{18}	1,0150	n_D^{20}	1,5123	57,46	57,46
Acétate	E_{20}	182-184	d_4^{17}	1,0203	n_D^{20}	1,4916	66,55	66,60
Allophanate	F.	113						
$C^6H^5CH^2O—(CH^2)^2CHOH—CH^3$ ...	E_{18}	151-152	d_4^{20}	1,0220	n_D^{17}	1,5100	52,50	52,57
Acétate	E_{25}	170	d_4^{17}	1,0270	n_D^{19}	1,4869	62,06	61,93
Allophanate	F.	102						
$C^6H^5(CH^2)^3O—(CH^2)^2CHOH—CH^3$.	E_{19}	175	d_4^{20}	0,9904	n_D^{17}	1,5020	61,90	61,80
Acétate	E_{18}	184-185	d_4^{17}	0,9989	n_D^{18}	1,4851	71,73	71,17
Allophanate	F.	165						
$CH^3(CH^2)^{10}CH^2O—(CH^2)^2—OH$ ...	F.	51						

MINÉRALOGIE. — *Contribution à l'étude minéralogique de la Côte Française des Somalis.* Note de M. **Edgar Aubert de La Rüe.**

Les seuls minéraux qui semblent avoir été signalés jusqu'à ce jour en Somalie Française sont le gypse et le sel gemme d'Assal ainsi que la magnétite, à l'état de sable dans les alluvions de quelques cours d'eau [1]. Une récente exploration de ce territoire (1937-38) m'a permis d'y rencontrer un certain nombre d'autres espèces minérales que M[lle] S. Caillère a bien voulu m'aider à déterminer.

Les différentes séries de roches basaltiques et rhyolitiques qui consti-

[1] M. Dreyfuss, *Rev. Géogr. physique et Géologie dynamique*, 4, 1, 1931, p. 337.

tuent la plus grande partie du pays sont souvent très altérées et riches en zéolites, en calcite et en produits siliceux. Les zéolites s'observent surtout dans les basaltes. J'ai noté la présence de l'analcime, en petits cristaux limpides sur le versant ouest de la vallée de l'oued Kouri, à Guidoli et celle de la heulandite à Aleïta dans la vallée d'Aiboli. La stilbite n'est pas rare dans cette dernière vallée et dans celle de Magaleh (Goudah) ainsi que dans le ravin de Houmbla sur le versant est des Gamareh. Le mésotype est très commun entre Guélileh et Ali-Sabieh, à Damaholli (sentier d'Obock à Laassa) et dans le ravin de Houmbla. Les plus beaux échantillons de calcite proviennent de la plaine de Gountoï, un peu au nord-est du piton de Lakölli. Ce sont des rhomboèdres maclés, parfaitement incolores et limpides. La calcédoine et l'agate sont très répandues, aussi bien dans les rhyolites que dans les basaltes. Les rhyolites fluidales du Ras Doumeira contiennent notamment, en très grande quantité, des concrétions de calcédoine mamelonnée d'un gris pâle. Ce minéral est parfois accompagné par de l'opale comme dans les rhyolites du ravin de Demir-Kada, près d'Ambocto et celles un peu en amont de Dabhinta, du côté de Daddato dans la vallée de Weïma. Les basaltes de Letabolo (vallée de Sadaï), en plus de nombreux rognons de calcédoine, renferment des géodes quartzeuses, avec parfois un peu d'améthyste, associées à du jaspe diversement coloré.

La kalinite (alun potassique) forme des efflorescences à la surface de certains espaces chauds constitués par de l'argile rouge résultant de la décomposition du basalte, d'où s'échappent des fumerolles acqueuses d'une température de 100°, comme à Gambouli près de la rive orientale du lac Abbé et au pied des monts Dokoïno un peu à l'est de Garbes.

J'ai découvert des indices de cuivre assez étendus dans la vallée de l'oued Ororei-Daffareh, descendant du massif du Goudah et aboutissant au lac Assal. Ils se trouvent à 8^{km} environ en ligne droite au nord du Ghoubbet-el-Kharab, à l'altitude de 300^{m}. La minéralisation, accompagnée parfois de veines de calcite brune, consiste en mouches de chalcocite avec des inclusions de covellite et en chrysocolle, imprégnant des basaltes et des brèches basaltiques très altérés. La zone minéralisée s'étend le long de la vallée d'Ororei sur une distance d'environ 500^{m}. La roche, dans ses parties les plus riches, contient 8,80 pour 100 de cuivre et $0^{gr},5$ d'or à la tonne. (Analyse R. Campredon.)

J'ai rencontré, d'autre part, un bloc de minerai de manganèse parmi les éboulis du versant sud du mont Boura, en pays issa, à l'altitude de 650^{m}.

L'échantillon, constitué par du psilomélane et de la polianite, provient indiscutablement de ce massif car il est associé à une rhyolite semblable aux coulées qui forment le sommet de la montagne.

MINÉRALOGIE. — *Synthèse de l'orthose et de l'albite par pneumatolyse à l'aide d'explosifs brisants.* Note de MM. **Albert Michel-Lévy** et **Jean Wyart**, présentée par M. Charles Fabry.

Nous avons indiqué [1] qu'il avait été possible de reproduire artificiellement un silicate cristallisé, la willémite, Zn^2SiO^4, en mélangeant, à l'intérieur d'un tube de laiton, de la silice amorphe avec un explosif brisant, tel que l'hexogène, puis en faisant détoner l'ensemble au sein de bombes en acier et en soumettant les gaz formés à des recuits de quelques jours.

Nous signalons aujourd'hui l'obtention par un moyen analogue des feldspaths alcalins, l'orthose et l'albite.

Dans $1^g,50$ d'hexogène, on a mélangé $0^g,25$ de l'ensemble suivant : silice précipitée $0^g,12$, alumine $0^g,4$, carbonate de potassium ou de sodium $0^g,9$.

On a eu soin de faire détoner dans une atmosphère d'argon où l'on sait par les expériences poursuivies par l'un de nous, en collaboration avec M. H. Muraour, que les températures atteintes sous l'influence de l'onde de choc au moment de la détonation sont bien plus élevées que dans l'air et probablement supérieures à 10000°; les luminosités produites sont en effet exceptionnellement intenses et donnent un spectre continu, allant très loin dans l'ultraviolet.

Le tube servant de chambre à explosion était en argent dans le premier essai (orthose), en cuivre dans le deuxième (albite). Le recuit a duré 4 jours à 550° dans le premier cas, 4 jours à 510° dans le second; on a laissé en outre agir la pression des gaz pendant le refroidissement et avant l'ouverture de la bombe 6 jours dans le premier cas, 2 jours et demi dans le second.

Il s'est formé, principalement dans les parties hautes de la chambre d'explosion, une croûte scoriacée, recouverte de fins cristaux de deux espèces différentes, toutes deux solubles dans l'acide chlorhydrique dilué (carbonates ou azotates probables).

---

(1) *Comptes rendus*, 206, 1938, p. 261.

La scorie porcelainée qui subsiste après départ des cristaux précédents, se montre entièrement cristallisée en fibres groupées en sphérolites présentant la croix noire entre nicols croisés. Ces fibres sont de biréfringence faible, voisine de 0,007 et de 0,009, à allongement négatif, d'indice un peu inférieur à celui du baume. Les rayons K_α du cuivre ont donné dans le premier cas le spectre de poudre de l'orthose, dans le second celui de l'albite, en bon accord avec les caractères optiques observés en plaques minces.

Par place, quelques groupements de petits cristaux, uniaxes à signe optique positif, semblent se rapporter au quartz.

Il s'est ainsi formé une véritable roche rappelant une pyroméride.

La genèse des feldspaths alcalins par voie gazeuse, ainsi réalisée, vient à l'appui de l'hypothèse faite depuis longtemps par les pétrographes pour expliquer la formation des filons d'aplite et de pegmatite à la voûte des massifs de granite : ces filons résulteraient du remplissage des fissures de retrait des granites par des éléments légers venant des profondeurs, facilement déplaçables et pouvant être transportés à distance, à l'état gazeux.

GÉOCHIMIE. — *Sur l'origine de la vie.* Note de MM. **Émile Desguin** et **Alexandre Dauvillier**, présentée par M. Ernest Esclangon.

Étudiant les atmosphères successives du globe [1] par la connaissance quantitative des éléments chimiques l'ayant constitué, l'un de nous a montré qu'après la condensation des océans, l'atmosphère était composée d'azote, d'anhydride carbonique, de vapeur d'eau et des gaz rares, à l'exclusion de l'oxygène et par conséquent de l'ozone. Or une telle atmosphère est parfaitement transparente dans l'ultraviolet pour les radiations de longueur d'onde λ 2000 Å qui sont capables de provoquer la synthèse directe, à partir de l'anhydride carbonique et la vapeur d'eau, de l'aldéhyde formique

$$Q + CO^2 + H^2O \rightarrow O^2 + H.COH.$$

Les mêmes réactions de polymérisation que celles qui se produisent dans les parties vertes des végétaux ont pu transformer l'aldéhyde formique en

(1) A. Dauvillier, *Comptes rendus*, 207, 1938, p. 452 ; *Astronomie*, 52, 1938, p. 529-541.

hydrates de carbone de complexité croissante. Les phénomènes de l'électricité atmosphérique ont pu fixer sur ces corps l'azote atmosphérique. Rappelons la synthèse des polypeptides par Fischer et nous comprendrons que la surface des océans se soit recouverte de masses importantes de matières organiques endothermiques et colloïdales.

L'apparition de la vie nous apparaît alors comme un phénomène général, analogue à la cristallisation. C'est en effet à tort que l'on a considéré la nutrition, c'est-à-dire la propriété de faire la synthèse de sa propre substance, comme caractéristique des êtres vivants. Les cristaux de silicate de calcium dans le mortier se forment aux dépens de la silice et de la chaux.

Au point de vue physiologique, l'unité de la vie dans les deux règnes animal et végétal n'a plus à être démontrée. Que ce soit l'organisme lui-même, ou un autre organisme qui ait élaboré les matériaux, le phénomène vital essentiel est la respiration, l'oxydation de ces matériaux avec dégagement d'énergie.

Le hasard est nécessaire pour expliquer la formation des germes cristallins. Mais l'apparition de ces germes, capables de diriger la croissance de l'individu, a dû être multiple et presque fatale. Dans la même mesure, nous ferons appel au hasard pour expliquer la formation de centres d'activité chimique ayant, comme les germes cristallins, la propriété de ne procéder que d'eux-mêmes et de réaliser des synthèses. Ils peuvent, comme les cristaux, créer des groupements moléculaires analogues à eux-mêmes, seulement ils ne se les adjoindront pas en un édifice, ou, s'ils se les sont adjoints, ils s'en sépareront par bipartition. Mais ils peuvent aussi créer d'autres substances, les enzymes ou ferments. C'est par ce moyen (oxydases, réductases) qu'a dû s'établir une modulation de l'oxydation permettant à la réaction amorcée de ne pas s'étendre à toute la masse ([2]).

De tels centres d'activité chimique nous sont suggérés par les mitochondries. Nous avons donc une masse non limitée présentant une hétérogénéité bien différente de celle des cristaux. Cette matière que nous appellerons sarcode était éminemment impropre à la fossilisation et les conditions de sa formation ne sont plus réalisées.

Jusqu'à présent nous n'avons considéré que les éléments biogéniques fondamentaux C, O, H, N : très précocement S, P, Mg, Fe ont dû s'y adjoindre. Leur présence est nécessaire à la formation de deux sortes de

---

([2]) L'irritabilité est, à juste titre, considérée comme caractéristique de la vie. Nous la concevons de la même façon : les êtres vivants sont des explosifs, mais ils ont le pouvoir de moduler la réaction.

produits qui sont indispensables à la conception actuelle de la vie. Il s'agit, d'une part, des vitamines dont la parenté chimique est étroite avec les pigments, le carotène et la chlorophylle; d'autre part, de la chromatine, qui, par sa présence indispensable, crée, chez les êtres vivants, une nouvelle hétérogénéité. De même que les mitochondries régissent le chimisme du sarcode immédiatement contigu, de même la chromatine, le plus souvent condensée en un noyau, régit la vie de tout un territoire de sarcode. A un tel territoire on donne le nom de cellule.

Nous n'esquisserons pas l'évolution ultérieure des êtres vivants. Nous nous résumerons en soulignant la différence entre notre point de vue et la thèse classique affirmant que l'unité des êtres vivants est telle que la vie a dû apparaître une seule fois en un seul point par un véritable miracle, la génération spontanée.

Pour diverses raisons, au premier rang desquelles nous plaçons les recherches de Guilliermond, il ne nous paraît pas évident que les schizophytes soient immédiatement apparentés aux autres êtres vivants. Il nous paraît invraisemblable que toutes les caractéristiques de la vie actuelle aient pu se réaliser simultanément. Si nous avons fait appel au hasard pour l'apparition successive de ces caractéristiques, c'est bien en conformité avec les idées actuelles sur l'évolution. Pour important que soit le darwinisme, il s'est montré insuffisant. L'évolution se fait par mutations, équivalentes à un hasard.

Si nous nous élevons contre la conception classique d'après laquelle les organismes autotrophes ont dû être les ancêtres de tous les êtres vivants, c'est parce que la production et l'activité même de la chlorophylle sont liées à l'existence d'un substratum vivant qui a dû nécessairement exister préalablement.

La vie primitive dépendait, non de la fonction chlorophyllienne, mais de la photosynthèse directe de l'aldéhyde formique. Cette réaction mettait en liberté de l'oxygène utilisable pour la respiration. Une partie était transformée en ozone par l'ultraviolet. Ces deux gaz limitèrent progressivement le spectre solaire et la synthèse des matières organiques fut arrêtée pour toujours. L'apparition de la chlorophylle permit alors l'utilisation des grandes longueurs d'onde du spectre visible. La limitation du spectre solaire par l'ozone, au lieu d'être catastrophique pour la vie, fut au contraire providentielle, car les radiations ultraviolettes sont mortelles pour tous les organismes vivants. La belle découverte, par Hartley, Fabry et Buisson, de la limitation du spectre solaire par l'ozone, prend, par ces considérations, une importance géochimique capitale.

ALGOLOGIE. — *Sur les algues* Vaucheria *observées dans la région du Sud-Ouest et sur une nouvelle espèce de ce genre.* Note [1] de M. **Pierre Dangeard**, présentée par M. Pierre-Augustin Dangeard.

Nous avions signalé récemment la présence de *Vaucheria sphærospora* Nordst. var. *dioica* Rosenv. dans la Garonne et dans un ruisseau affluent à Gradignan [2]. Cette espèce diffère de toutes les Vauchéries d'eau douce par la présence de chloroplastes pourvus de pyrénoïdes. Nous avons depuis retrouvé ce caractère chez d'autres espèces marines ou submarines, comme *V. Thuretii* Woron., *V. litorea* Hofm. B. et *V. piloboloides* Thuret. Par conséquent, jusqu'ici, quatre espèces de *Vaucheria* se distinguent par leurs plastes de toutes les autres et il est intéressant de noter que ce sont des espèces liées à l'habitat marin ou, comme le *V. sphærospora*, vivant par exception dans l'eau douce. D'autres *Vaucheria* de la région maritime arcachonnaise sont dépourvues de pyrénoïdes comme le *V. synandra* Woron. (Arès), le *V. coronata* Nordst. (Gujan), le *V. intermedia* Nordst. (Andernos).

La présence de pyrénoïdes ne correspond pas aux sections distinguées par les auteurs dans le genre *Vaucheria* en se fondant principalement sur les caractères des anthéridies, c'est ainsi que *V. Thuretii* et *V. litorea* appartiennent respectivement aux sections *Woroninia* Solms-Laubach et *Piloboloideæ* Walz, alors qu'ils ont en commun le caractère de leurs chromatophores. En revanche le *V. intermedia*, très voisin par ses organes sexués du *V. sphærospora*, en diffère par ses chromatophores discoïdes sans pyrénoïdes et analogues à ceux des espèces d'eau douce.

Nous avons, d'autre part, récolté dans la Gironde la plupart des espèces signalées en Europe Centrale : les plus rares semblent être *V. ornithocephala* Ag., *V. aversa* Hass., *V. De Baryana* Woron., *V. Woroniniana* Heering. Certaines d'entre elles sont purement terrestres ; parmi ces dernières nous avons rencontré la forme nouvelle suivante. Cette espèce se trouvait mélangée à d'autres de même habitat comme *V. terrestris* Lyngb., *V. hamata* W., *V. pachyderma* W. Elle était fructifiée en automne. Nous la nommerons *V. prolifera* nov. sp.

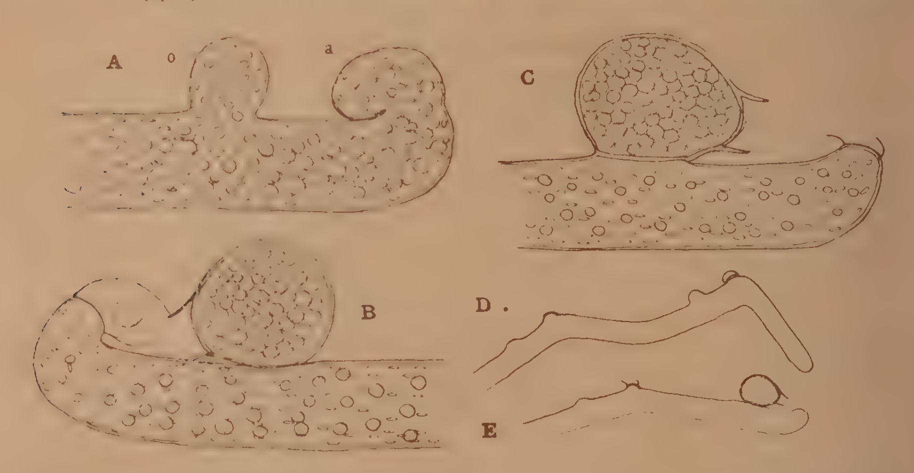
Les filaments de *V. prolifera* sont étroits (diam. moy., 25^{μ}) ; les chloro-

---

(1) Séance du 16 janvier 1939.

(2) *Comptes rendus*, 205, 1937, p. 1429.

plastes y sont en fuseaux ou ovales sans pyrénoïdes et des globules d'huile sont présents. Les organes sexués se développent uniquement à l'extrémité des branches ou ramifications du thalle d'ordre quelconque. A cet effet, l'extrême pointe d'un siphon s'infléchit à angle droit, puis, presque aussitôt, se courbe encore de 90°: par suite de ces deux courbures, il se produit une sorte de crochet très court dont le sommet se dilate légèrement et vient s'appuyer sur la face interne du siphon demeurée rectiligne (*fig.* A);



Vaucheria prolifera sp. nov. — A, extrémité d'un filament au début de la formation des organes reproducteurs; *o*, début de l'oogone; *a*, début de l'anthéridie; B, C, organes sexuels mûrs; D, E, filaments fertiles faiblement grossis, montrant l'emplacement des organes sexuels. A, B, C, × 500; D, E, × 120.

c'est là le début de l'anthéridie, très petite, constituée par le sommet dilaté du crochet qui s'isole par une cloison en verre de montre (*fig.* B). A proximité immédiate, un renflement du siphon du même côté que le crochet représente l'ébauche de l'oogone, lequel prend une forme ovoïde dont l'axe est parallèle au siphon et le petit bout dirigé vers l'anthéridie (*fig.* A, *o*). L'oogone fécondé de petite taille (45$^{\mu}$ de long sur 35$^{\mu}$ de large) est sessile et présente un bec largement ouvert du côté de l'anthéridie. Cette dernière s'ouvre par un orifice terminal ou subterminal, et la membrane du sac anthéridien se dissout d'ailleurs presque en totalité peu après la déhiscence.

Après la formation des organes sexués le filament poursuit sa course suivant sa direction primitive jusqu'à ce que, à une certaine distance, il produise de nouveau et de la même façon une anthéridie et un oogone; comme les oogones successivement produits se détachent à maturité, il est

rare de trouver deux oogones en place l'un derrière l'autre, et seules des cicatrices indiquent leur emplacement. A côté de la trace de l'oogone caduc se voit le reste de l'anthéridie qui après avoir été terminale est devenue latérale, et nous avons compté parfois trois séries de couples oogone-anthéridie sur un même filament rectiligne. Il est assez fréquent néanmoins que la direction du filament fertile, à la suite de la production des organes sexués se modifie, soit légèrement, soit plus ou moins à angle droit : dans ce dernier cas le brusque changement de direction est dû à ce que l'anthéridie s'est formée sans crochet au sommet du filament, ce qui oblige celui-ci à poursuivre sa route très obliquement ou à angle droit (*fig.* D).

Le *V. prolifera* nous paraît devoir être rangé dans la section *Globiferæ* Heidinger en raison de l'anthéridie courte et en forme de sac, et de l'oogone strictement sessile. Son mode de végétation en sympode le distingue de toutes les espèces connues de *Vaucheria*.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Les variations de la pression osmotique du suc de tissus de* Fraxinus excelsior *L. et de quelques autres plantes au cours de la fanaison artificielle.* Note (¹) de M. **Gabriel Laisne**, présentée par M. Alexandre Guilliermond.

Nous avons appliqué à l'étude de la fanaison un mode nouveau d'investigation : nous avons mesuré corrélativement, à des intervalles réguliers, la perte d'eau de rameaux coupés d'arbres et d'arbustes, ou de plantes herbacées, et la pression osmotique de leur suc de tissus. Ce suc est obtenu de la façon suivante : les organes végétaux sont enfermés dans des tubes de verre bouchés de caoutchouc, les tubes sont placés dans une boîte en aluminium, le tout est porté pendant vingt minutes à l'ébullition au bain-marie. Les organes végétaux ainsi stabilisés sont alors soumis à la presse (²). Les mesures de pression osmotique ont été faites par cryoscopie. Cette méthode (³), ou des méthodes comparables (⁴) ont été utilisées par de nombreux physiologistes, en particulier pour établir des courbes annuelles de variation de la pression osmotique des plantes.

(¹) Séance du 16 janvier 1939.

(²) H. Walter, *Die Hydratur der Pflanze und ihre physiologische Bedeutung*, Iéna, 1931.

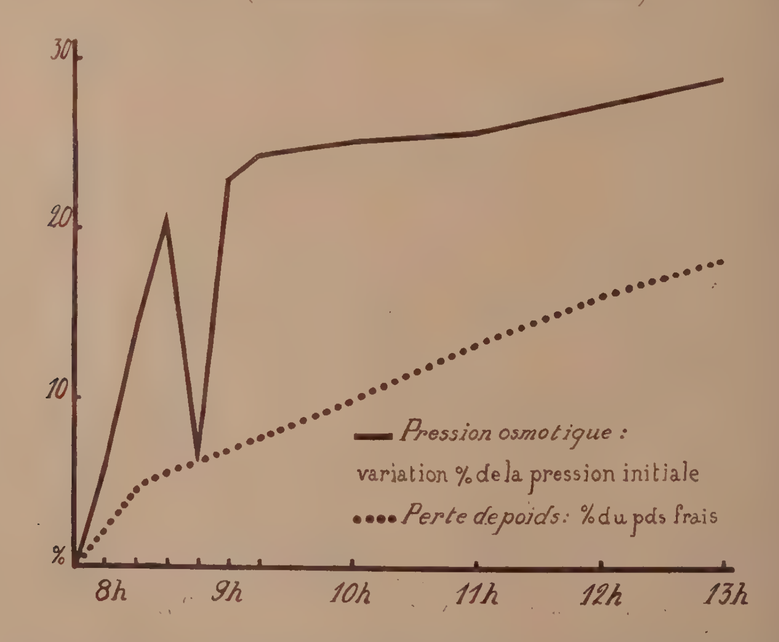
(³) J. Giroux, *Thèse Sciences*, Montpellier, 1936.

(⁴) Mme Monnier-Dumont, *Thèse Sciences*, Paris, 1932.

Nos recherches ont été faites, au cours de l'été 1938, à la Station biologique de Besse-en-Chandesse.

Nous retiendrons surtout les expériences faites avec *Fraxinus excelsior* L., qui nous paraissent être les plus probantes. En effet, nous nous sommes rapidement aperçu que des rameaux, ou des plantes entières, en apparence identiques, cueillis dans les mêmes conditions, peuvent présenter des différences souvent notables de pression osmotique. Le Frêne, grâce à ses feuilles opposées, nous a permis, pour chaque rameau étudié, de mesurer une pression osmotique initiale P_1, en prenant une feuille sur deux, puis, au bout d'un certain temps de fanaison, une pression P_2 et d'établir la variation de la pression osmotique en pourcentage de la pression initiale. Chaque série d'expériences comporte, en général, une dizaine de mesures; une fois la marche du phénomène précisée, nous avons exploré la courbe par sections en rapprochant les mesures.

Le graphique suivant, qui donne la courbe synthétique des résultats obtenus au cours de deux expériences faites les 19 et 22 août avec le Frêne, résume nos observations (feuilles attenantes aux rameaux).



Contrairement à ce qu'on pourrait supposer, la plante soumise à la fanaison expérimentale ne voit pas sa pression osmotique croître régulié-

rement en fonction de la déshydratation ; on peut distinguer trois phases :

Première phase. — Le phénomène débute par un accroissement rapide de la pression osmotique, celle-ci pouvant passer, par exemple, en l'espace de 30 à 45 minutes, de $16^{atm},81$ à $20^{atm},57$, soit une augmentation de $3^{atm},76$. La perte d'eau seule semble insuffisante pour expliquer une telle variation puisque, pendant le même temps, des feuilles témoin n'ont perdu que 4,7 pour 100 de leur poids frais, soit environ 7,5 pour 100 de leur contenu en eau.

Deuxième phase. — Il se produit ensuite une diminution rapide (15 à 30 min.), la pression osmotique pouvant reprendre sa valeur initiale, ou même descendre au-dessous de cette valeur (perte d'eau entre le maximum et le minimum, 2,5 pour 100 du poids frais).

Troisième phase. — Enfin, la pression osmotique s'accroît de nouveau, d'abord rapidement, puis de plus en plus lentement, ce dernier accroissement pouvant présenter, semble-t-il, des fluctuations de détail.

Les autres plantes étudiées nous ont donné des courbes comparables dans leurs caractères essentiels, en particulier *Sambucus nigra* L. et *Rosa sp.* dont l'étude a été faite de la même façon que pour le Frêne.

Nos expériences nous permettent de penser que cette variation de pression osmotique est bien subordonnée à la vitesse de perte d'eau. Les résultats sont, en effet, différents en opérant par temps sec ou par temps humide; dans ce dernier cas, le phénomène est retardé. Il est accéléré, au contraire, lorsqu'on sépare, dès le début de l'expérience, les feuilles du rameau (expériences faites avec *Fraxinus*), le maximum peut alors se produire en moins de 15 minutes. Mais, dans tous les cas, persiste ce fait que nous pensons n'avoir jamais été observé : *la pression osmotique, au cours de la fanaison expérimentale, ne croît pas régulièrement, mais, après un accroissement rapide, présente une décroissance prononcée, suivie d'un nouvel accroissement.*

Ces résultats nous engagent à poursuivre cette étude en faisant varier les conditions d'expérience, à rechercher les causes de ces variations de pression osmotique et à étudier l'aspect écologique de la question.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Similitude des actions cytologiques exercées par le phényluréthane et la colchicine sur des plantules végétales.* Note de M. **Joseph Lefèvre**, présentée par M. Émile Schribaux.

La remarquable action cytotoxicologique de la colchicine, d'abord signalée par Dustin, étudiée par lui-même et son école sur l'organisme

animal, a été ensuite observée sur les plantes, notamment par L. Havas, P. et N. Gavaudan [1].

Son utilisation a été tentée par Dustin [2] et divers auteurs dans le traitement du cancer animal, par Havas [3] pour le traitement des phytocarcinomes.

En raison des constitutions polyploïdes qu'elle peut permettre de réaliser chez les végétaux, elle a été recherchée dans de larges essais par A. F. Blakeslee [4] et d'assez nombreux expérimentateurs.

D'après les résultats répétés de nos propres essais, poursuivis sur des espèces variées, appartenant à plus d'une vingtaine de genres [5], nous restons persuadé que l'obtention d'une autopolyploïdie *stabilisée* (et surtout suivant un coefficient de multiplication donné, *tétra*-ploïdie par exemple) est très loin de se présenter avec les conditions de facilité et de régularité qu'une vulgarisation un peu rapide a parfois affirmées.

D'une manière très générale, les plantes qui survivent, en nombre restreint après le traitement brutal nécessaire, présentent des constitutions nucléaires assez incomplètement stabilisées et surtout fort hétérogènes : elles constituent des mixo-chimères, souvent bien complexes.

Les gamètes ont aussi des garnitures chromosomiques très variées, souvent incomplètes et déséquilibrées. Directe ou indirecte, la stérilité apparaît fréquente. Ces observations concordent d'ailleurs avec les résultats de l'examen cytologique [6].

Il était intéressant, autant pour accéder à la connaissance des processus biologiques en cause, que pour la conduite d'applications plus étendues et mieux dirigées, de rechercher si d'autres substances ne possédaient pas le même pouvoir que la colchicine.

L'hydrate de chloral avait donné quelques résultats incomplets à Nemec,

---

(1) A. P. Dustin, *Bull. Ac. Roy. Belg.*, **14**, 1934, p. 487; F. J. Lits, *C. R. Soc. belge de Biol.*, **115**, 1934, p. 1421; L. Havas, *Nature*, **139**, 1937, p. 371; P. et N. Gavaudan, *C. R. Soc. Biol.*, **125**, 1937, p. 705.

(2) *Bull. Ac. Roy. Médec. Belg.*, **24**, 1934, p. 11; *Leeuwenhoek Ver.*, IVe Conf., 1935, p. 7.

(3) *Bull. Ass. fr. pour l'étude du Cancer*, **26**, 1937, p. 635.

(4) *Comptes rendus*, **205**, 1937, p. 476.

(5) J. Lefèvre, *C. R. de l'Acad. d'Agric.*, **24**, 1938, p. 944.

(6) R. J. Ludford, *Arch. Experim. Zellf.*, **18**, 1936, p. 411; P. et N. Gavaudan, *C. R. Soc. Biol.*, **126**, 1937, p. 985; **128**, 1938, p. 714; G. Mangenot, *C. R. Soc. Biol.*, **128**, 1938, p. 501; A. Levan, *Hereditas*, **24**, 1938, p. 471.

puis de meilleurs à G. Bornas et à nous-même, mais il semble posséder des seuils d'action et de toxicité beaucoup trop voisins, comme d'ailleurs certains carbures dont il est pourtant intéressant de retenir l'ébauche d'activité. L'acénaphtène, indiqué par Kostoff [7], agit et même à l'état de vapeur.

Nous avons été conduit à essayer, entre autres substances, le phényluréthane, notamment sur des grains de blé, traités dès avant ou dès le début de leur germination.

En solution *très étendue* (malgré le peu de solubilité, la solution saturée est surtout toxique, nous avons été amené à la diluer de 15 à 20 fois) ou à l'état de *vapeur*, après 48 heures environ de traitement à la température du laboratoire; le phényluréthane produit des actions exactement semblables à celles observées et décrites pour la colchicine : *a*. au point de vue *morphologique* : hypertrophies bulbeuses du coléoptile, du mésocotyle et de la pointe des racines (*fig*. 1), avec ralentissement progressif, ou même

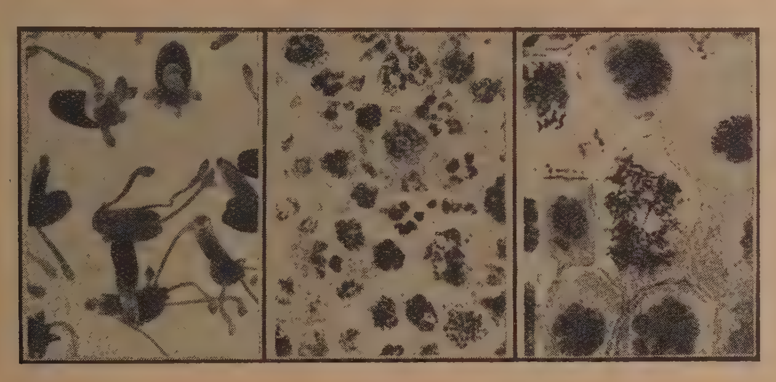


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

finalement arrêt, de croissance (manifestations accentuées à l'extrême sur les plantules traitées dès avant germination); *b*. au point de vue *cytologique* : blocage des mitoses en pseudo-métaphases (*fig*. 3), apparaissant en champs déjà très nombreux dès le deuxième jour, pour aboutir plus ou moins lentement à une formation irrégulière de noyaux de restitution monstrueux, déformés, plurilobés ou multiples (*fig*. 2, coupe dans un bourgeon terminal).

Le pouvoir cytotoxicologique de la colchicine ne peut plus être considéré comme spécifique.

---

(7) *Nature*, **141**, 1938, p. 1144; **142**, 1938, p. 753.

D'autre part l'inhibition déjà signalée, exercée par le phényluréthane sur le processus respiratoire (notamment au cours de la croissance et en antagonisme avec l'action des auxines) ([8]); les inhibitions connues produites sur certaines déshydrogénases par l'hydrate de chloral ([9]) ([11]), la colchicine ([10]), le phényluréthane ([11]) suggèrent l'hypothèse que, directement ou indirectement, un mécanisme de cet ordre peut être en cause dans l'exercice du pouvoir cytologique commun de ces substances.

Nos essais actuels sont étendus à ce nouveau cadre de recherches.

MYCOLOGIE. — *De la formation et du fonctionnement des pièges de Champignons prédateurs de Nématodes. Recherches effectuées à l'aide de la Micromanipulation et de la Cinématographie.* Note de MM. **Jean Comandon** et **Pierre de Fonbrune**, présentée par M. Émile Roubaud.

Ces Champignons ont été isolés de la terre du jardin de l'Institut Pasteur de Garches. Nous les cultivons dans un milieu gélosé additionné d'aliment d'avoine (*Quaker oats*) et d'extrait de malt ([1]).

Les pièges ne se forment en abondance que si la culture contient certains Nématodes ou une substance extraite d'un milieu où vivent ces Vers, même si ce milieu est privé de tout autre organisme, comme nous l'avons montré en élevant des Nématodes aseptiquement. Certaines bactéries ont en effet la propriété de provoquer la formation de quelques pièges; par contre plusieurs espèces de Nématodes n'émettent pas cette substance inductrice, par exemple *Ascaris megalocephala*, que nous avons expérimentée.

D'après les travaux de C. Drechsler ([2]) en particulier, nous avons déterminé cinq des espèces que nous avions isolées.

Parmi celles-ci deux forment des pièges garrotteurs; ce sont *Dactylaria brochopaga* et *Dactylella bembicodes*: les autres espèces forment des gluaux

---

([8]) J. Bonner, *Proceed. Nat. Acad. Sc.*, 19, 1933, p. 717; *J. Géner. Physiol.*, 20, 1936, p. 1.

([9]) T. Thünberg, *Skand. Arch. Physiol.*, 75, 1936, p. 49.

([10]) Boyland, *Biochem. Journ.*, 31, 1937, p. 454; E. Gal, *Bull. Soc. Ch. biol.*, 20, 1938, p. 1188.

([11]) K. C. Sen, *Biochem. Journ.*, 25, 1931, p. 849; D. Bach et J. Lambert, *Bull. Soc. Ch. biol.*, 20, 1938, p. 818.

([1]) *C. R. Soc. Biolog.*, 129, 1938, p. 619, 620, 623.

([2]) *Mycologia*, 29, 1937, p. 447.

ou pièges collants. Les pièges *d'Arthrobotrys oligospora* sont constitués par des arceaux collants, anastomosés en réseaux dans lesquelles le Ver s'englue. *Dactylella ellipsospora* émet des petits boutons collants. *Stylopaga hadra* est le seul que nous n'ayons pu obtenir, jusqu'à présent, en culture pure; son mycélium est non cloisonné et l'adhérence des Vers peut se produire sur toute la surface des filaments.

Les techniques que nous employons ([3]) permettent de mettre en évidence les mécanismes de chacun de ces pièges.

Les Vers capturés sont tués, puis complètement envahis par le mycélium, qui se nourrit de leur substance. L'accéléré cinématographique reproduit bien les phases de cette digestion qui, en réalité, s'achève en 48 heures environ.

Par la manipulation, à l'aide d'une micro-aiguille mousse, nous avons pu mettre en évidence une réponse cinétique du protoplasme des cellules des pièges à l'irritation locale de leur surface. Les cellules des garrots, irritées sur la face qui regarde le centre de l'anneau, se gonflent brusquement et l'on suit l'augmentation de volume des vacuoles traduisant une modification subite de la pression osmotique de leur contenu ou de la perméabilité de la membrane.

Une réaction se traduisant d'une façon bien différente est produite par un léger contact de la surface des cellules des pièges en arceaux *d'A. oligospora*. Immédiatement après l'irritation, le mouvement des particules protoplasmiques est beaucoup plus vif, puis le protoplasme granuleux, refoulant les vacuoles centrales, s'amasse rapidement vers le point irrité d'où une substance visqueuse est bientôt excrétée. Ce phénomène est encore plus nettement observé sur les filaments du Stylopage. Par suite de l'absence de cloisonnement de ce Champignon, l'excitation se propage à grande distance et à une vitesse qui peut être mesurée.

La micromanipulation est seule capable de provoquer, à volonté, ces phénomènes cytologiques et le cinématographe de les enregistrer. Enfin la projection les reproduit fidèlement à la grandeur et à la vitesse les plus favorables pour leur observation.

([3]) De Fonbrune, *Micromanipulateur pneumatique et Microforge* (*Recherches et Inventions*, n° 274, 1938, p. 33); Comandon et de Fonbrune, *Ann. Inst. Pasteur*, 60, 1938, p. 113.

PARASITOLOGIE. — *Un cas d'évolution d'*Hypoderma bovis *De Geer sur le Cheval.* Note [1] de M. **René Girard**, présentée par M. Émile Roubaud.

On admet que, dans nos régions, *Hypoderma bovis* De Geer se trouve exceptionnellement sur le Cheval et que son développement ne peut se poursuivre chez cet hôte occasionnel (Vaney). Pour Railliet la larve s'arrête au deuxième stade de son développement et Mégnin considère que sur le Cheval les larves d'*Hypoderma bovis* se sont égarées dans un milieu non favorable à leur évolution.

Cependant Tarlier [2] cite dans sa thèse deux vétérinaires militaires, Monod et A. Darrou, qui ont observé en Afrique du Nord des larves ayant atteint leur maturité complète sur les chevaux, et prétendent que la présence d'*Hypoderma bovis* sur les équidés est fréquente dans ce pays.



Larve d'*Hypoderma bovis* au 3e stade, développée chez le Cheval; × 3 environ.

J'apporte ici une observation d'une larve d'*Hypoderma bovis* ayant terminé son TROISIÈME STADE d'évolution sur un cheval, dans notre région, en Gironde.

Il s'agit d'une jument percheronne, propre au gros trait, sous poil gris pommelé, de la taille de $1^{m},60$ et âgée de 6 ans. Le propriétaire s'étant aperçu que l'animal portait sur la partie supérieure du corps plusieurs petits nodules, fit appeler le vétérinaire.

L'animal était en parfait état d'entretien et présentait tous les signes de la santé. A moitié hauteur du garrot, et à droite, existait un petit nodule : deux autres semblables se montraient à la partie moyenne de l'encolure, au tiers de sa hauteur; enfin, un quatrième, moins accusé, existait encore à droite sur le dos.

---

(1) Séance du 16 janvier 1939.

(2) L'hypoderma bovis *chez le cheval* (*Thèse de doctorat vétérinaire*, Paris, 1930).

Ces nodules, du volume d'une noisette, légèrement aplatis dans le sens de l'épaisseur, étaient recouverts de poils normaux couchés, non hérissés, non cassants. La peau était normale, sans irritation ni squames, faiblement œdématiée au sommet de deux des nodules (garrot et encolure) qui présentaient leurs sommets très légèrement ombiliqués : enfin, on percevait une très légère fausse fluctuation, on ne notait aucune traînée lymphatique, la peau n'adhérait nullement aux tissus sous-cutanés et, au garrot, le conjonctif était, cependant, très peu abondant.

Ayant incisé un nodule au sommet, on fit sortir une larve bien développée, et l'on pensa aussitôt à un hypoderme.

L'étude de cette larve nous a permis de l'identifier à *Hypoderma bovis* De Geer.

Il semble bien que le travail de sortie de la larve de sa cavité était déjà commencé, car la cuticule qui la séparait de l'extérieur était extrêmement mince et tendue ; nul doute que, quelques heures plus tard, la larve se fût libérée toute seule. D'ailleurs, la jument fut revue huit jours après, et, à ce moment, tous les autres nodules avaient été évacués spontanément par leurs larves.

Nous pouvons donc affirmer que ces larves d'*Hypoderma bovis* avaient effectué leur développement sur le cheval et que l'exemplaire que nous avions prélevé sur l'animal, pour l'étudier au Laboratoire, avait atteint son troisième stade complet de développement sur cet hôte.

Si le cas n'est pas unique, du moins apparaît-il très rare dans nos régions.

BIOCHIMIE. — *Conditions de préparation, aux basses températures, de l'oxyhémoglobine cristallisée.* Note de M. **Maurice Piettre**, présentée par M. Charles Achard.

Une condition non moins importante que le froid, dans la préparation des protéides de plus en plus pures, se réfère à la nécessité d'éliminer progressivement les sources d'impuretés. Dans la préparation de l'oxyhémoglobine il y a donc lieu d'écarter les *impuretés* provenant d'abord du *sérum ou du plasma*, puis des *stromas globulaires et des leucocytes*.

I. On sait que le premier problème a été résolu en prenant pour base la centrifugation du sang défibriné ou du plasma permettant de séparer la *phase liquide* des divers éléments cellulaires constituant la phase solide sanguine. Dès 1905 nous avons montré la grande supériorité de la centri-

fugation à l'aide d'appareils à marche continue et tout récemment [1] du type Sharples avec alimentation tangentielle.

Les lavages des hématies en milieu chloruré sodique à 8,5 pour 1000 ($2^{vol}.5$), se font à une vitesse uniforme assez réduite (8000 tours : minute), avec un débit horaire de 6 litres. On évite ainsi l'éclatement des hématies devenues plus fragiles en liqueur isotonique aqueuse. On obtient un liquide épais, sirupeux, d'un beau rouge foncé de densité approchée 1,100. Sa teneur en chlorures, exprimée en NaCl, est en moyenne de $0^g,33$ pour 100 en volume ($0^g,26$ dans les globules simplement décantés).

L'emploi de la supercentrifuge permet d'éliminer une partie des leucocytes qui dans leur rotor en mouvement se rapprochent de la veine liquide centrale.

II. Pour réduire au minimum les substances étrangères (protéides, nucléoprotéides, lipides etc.) apportées par les hématies et les leucocytes restants, nous avons proposé antérieurement d'effectuer le laquage non pas dans l'eau pure suivant la technique classique, mais en liqueur isotonique.

La purée globulaire mise en suspension dans son volume d'eau physiologique est versée dans une boule à décantation, puis additionnée de 20 pour 100 d'éther. On agite d'abord vivement pour saturer d'éther, puis doucement jusqu'à ce que le mélange vire du rouge clair au rouge foncé. Les stromas devenus libres s'agglutinent en petits amas rose clair, qui sont entraînés avec les leucocytes dans l'éther en excès et ainsi définitivement soustraits à l'action de la liqueur aqueuse.

Après quelques heures de repos au froid, la solution du pigment est décantée, filtrée sur papier Chardin et épuisée à trois reprises par de l'éther pour enlever les lipides dont la teneur s'abaisse de $0^g,98$ à $0^g,07$ pour 100 de sec.

Les stromas sont lavés dans l'eau physiologique en présence d'éther, séchés sur vide sulfurique, broyés finement et épuisés au Soxhlet par les solvants organiques. On constate une notable différence entre les lipides provenant du laquage et des lavages des stromas humides, des lipides extraits des stromas secs. Les premiers, blancs, sont riches en cholestérine cristallisable; les seconds, de teinte jaunâtre, restent amorphes. Il y aurait donc dans les stromas une répartition assez spéciale : lipides de *surface*, ou de *liaison*, libérés pendant le laquage, de teneur pour 100 en P, $0^g,85$

---

[1] *Comptes rendus*, **206**, 1938, p. 1047; **207**, 1908, p. 99.

(cheval), $0^g,7$ (mouton), $1^g,03$ (porc), et lipides *protoplasmiques* respectivement $1^g,57$, $1^g,66$, $1^g,97$.

III. Après cette série de purifications, la solution d'oxyhémoglobine (cheval), contenant en moyenne 18 pour 100 de sec, *cristallise avec une très grande facilité.*

En présence d'alcool à 90°, aux basses températures, la cristallisation débute dès 7 pour 100 de ce solvant pour devenir parfois presque totale avec 16 pour 100.

En l'absence même d'alcool, et vers +1°C. la cristallisation d'ailleurs partielle a lieu après simple élimination de NaCl par dialyse contre eau et mieux contre glycérine.

Après essorage à +1°C., sur Büchner recouvert d'un filtre double, les cristaux sont aisément détachés et peuvent être conservés des semaines vers —5°C. si l'on évite toute *dessiccation.*

De tels cristaux ne contiennent pratiquement plus de lipides.

Nous avons continué l'étude de deux phénomènes déjà signalés dans les essais antérieurs.

Le premier se réfère à la *floculation* spontanée des hématies dans le sang défibriné ou le plasma de cheval. Ce phénomène ne semble pas dû à l'augmentation de la tension interfaciale, car l'addition de substances tensio-actives négatives (alcool, thymol, camphre etc.) ne paraît pas avoir d'action bien nette, tandis que les sels neutres alcalins (notamment NaCl à partir de 1 pour 100) qui accroissent la tension superficielle rompent immédiatement la floculation, libèrent les hématies qui se remettent en suspension stable et reprennent leur belle coloration rouge clair caractéristique du sang artériel. Ces constatations ont été étendues, *in vitro*, au sang charbonneux dans lequel les hématies sont gonflées, déformées et agglutinées. Il a même été possible, *in vivo,* avec la collaboration de M. A. Névot, de prolonger de 24, 36 et même 48 heures des cobayes infectés de charbon, et en période préagonique, en prélevant par ponction cardiaque des volumes importants de sang et en les remplaçant par de l'eau à 1 pour 100 de NaCl contenant $0^g,9$ pour 100 de quinosol. Le sel libère les hématies qui reprennent leur forme et leur rôle dans l'hématose, l'antiseptique agit sur les bactéridies; indications sans doute intéressantes pour la thérapeutique du charbon.

Le second concerne la *cristallisation massive* de l'oxyhémoglobine pendant la supercentrifugation à trop grande vitesse des globules rouges.

Une fois amorcé, le phénomène se propage à l'ensemble des hématies qui forment bientôt un feutrage cristallin solide finissant par obstruer la gouttière d'évacuation de l'appareil. Dans ces conditions toutes les hémoglobines (cheval, bœuf, mouton, porc) cristallisent en longs prismes, très minces, à peine colorés.

Cette *cristallisation par choc, sur paroi froide*, démontre que, dans le globule sanguin, l'oxyhémoglobine existe bien à l'état de sursaturation, mais reste maintenue sous forme de gel par des influences physiques et chimiques et sans doute plus spécialement par *interposition particulaire* des colloïdes constituant le protoplasma cellulaire.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'avitamino-résistance.* Note ([1]) de M. **Georges Mouriquand**, présentée par M. Charles Achard.

Poursuivant depuis plus de vingt ans des recherches expérimentales sur le scorbut et l'avitaminose C, ayant porté sur des milliers de sujets, nous avons eu à différentes reprises l'occasion de rencontrer chez certains animaux (cobayes) une véritable résistance à la carence en vitamine C.

Il ne faut d'ailleurs pas confondre cette avitamino-résistance vraie, semblant liée à la nutrition particulière de tel ou tel animal, avec les carences asymptomatiques liées à des facteurs d'inapparence sur lesquels nous avons récemment appelé l'attention ([2]).

Ces facteurs d'inapparence relèvent de l'état de gestation, de l'âge avancé (un cobaye jeune, 200^g, fait un scorbut précoce, un vieux cobaye fait un scorbut tardif ou une cachexie asymptomatique). L'amaigrissement préalable des animaux peut également rendre leur carence asymptomatique sans empêcher l'évolution générale de la dystrophie vers la cachexie et la mort dans un temps *classique*.

Nous considérons qu'il y a avitamino-résistance vraie dans les cas très précis, où l'animal résiste à la carence pendant un temps qui dépasse notablement le temps habituel, soit que ses symptômes apparaissent tardivement, soit, mieux encore, que son eutrophie, au moins relative, soit prolongée, sa cachexie et sa mort retardées (les facteurs d'inapparence rappelés ci-dessus étant éliminés).

([1]) Séance du 16 janvier 1939.

([2]) G. Mouriquand, *Presse Médicale*, **46**, n° **94**, 1938, p. 1729.

Les faits d'avitamino-résistance paraissent assez rares dans l'avitaminose C aiguë du cobaye. On peut dire à ce point de vue que cet animal est follement carençable (dans le sens qu'on a dit qu'il est follement tuberculisable). Cette sensibilité aiguë à la carence en vitamine C lui permet rarement de marquer une avitamino-résistance caractérisée. Pourtant, de temps à autre, au milieu d'animaux de même âge, de même origine, de même régime, dans la même cage, on voit l'un d'eux, après avoir fait des manifestations typiques (ou après les avoir retardées), atténuer ses lésions (sans amaigrissement), reprendre un certain poids, puis réactiver ou non ses lésions et retarder en tout cas l'apparition des signes de cachexie de façon notable. Certains peuvent atteindre ainsi le 35ᵉ et le 40ᵉ jour et au delà (les témoins étant morts entre le 25ᵉ et le 30ᵉ jour).

Mais encore une fois il s'agit de faits exceptionnels, observés par nous environ trois ou quatre fois par an sur plusieurs centaines d'animaux.

Cette avitamino-résistance est plus souvent rencontrée dans l'avitaminose C partielle, déterminant un scorbut chronique qui permet une longue survie (150-200 jours et au delà), et pour ainsi dire la mise en relief de la « personnalité trophique de l'animal ».

Les animaux [mis au régime scorbutigène $+ 1^{mg}$ ou $0^{mg},5$ d'acide ascorbique pur ou emprunté (à même dose) au jus de citron] présentent le plus souvent des manifestations de scorbut chronique [avec ostéose et périostéose et syndrome rhumatisme ankylosant précédemment décrit par nous-même ([3])].

Ces lésions apparaissent chez des cobayes de même âge, de même poids, de même origine, à la même alimentation, vers le 80ᵉ jour; mais chez certains d'entre eux, ces lésions apparaissent beaucoup plus tardivement vers le 120ᵉ, le 150ᵉ jour, parfois jamais.

Dans ces cas, on peut parler d'avitamino-résistance vraie. Puisqu'elle ne relève ni de l'alimentation, ni du poids, ni de l'âge, on doit, semble-t-il, l'expliquer par une *particularité*, un équilibre nutritif propre à ces animaux (difficilement explicable).

Pour l'instant ni le dosage de l'acide ascorbique (dans les surrénales), ni la recherche du métabolisme basal ne nous ont paru expliquer cette avitaminose-résistance.

En tout cas le fait de l'avitamino-résistance C de certains cobayes doit être retenu.

([3]) *Comptes rendus*, **204**, 1937, p. 921; **205**, 1937, p. 822.

L'avitamino-résistance semble bien exister en pathologie humaine. Mais sa preuve *expérimentale* est difficile en raison de la complexité des faits cliniques. Elle doit, en tout cas, être recherchée.

A 16h30m l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 17h.

E. P.

ERRATA.

(Séance du 12 décembre 1938.)

Note de M. *Marcel Brelot*, Sur un balayage d'ensembles fermés :

Page 1158, ligne 7, *au lieu de* qui conserve le potentiel hors F et à peu près..., *lire* qui, dans l'espace, conserve le potentiel à peu près....